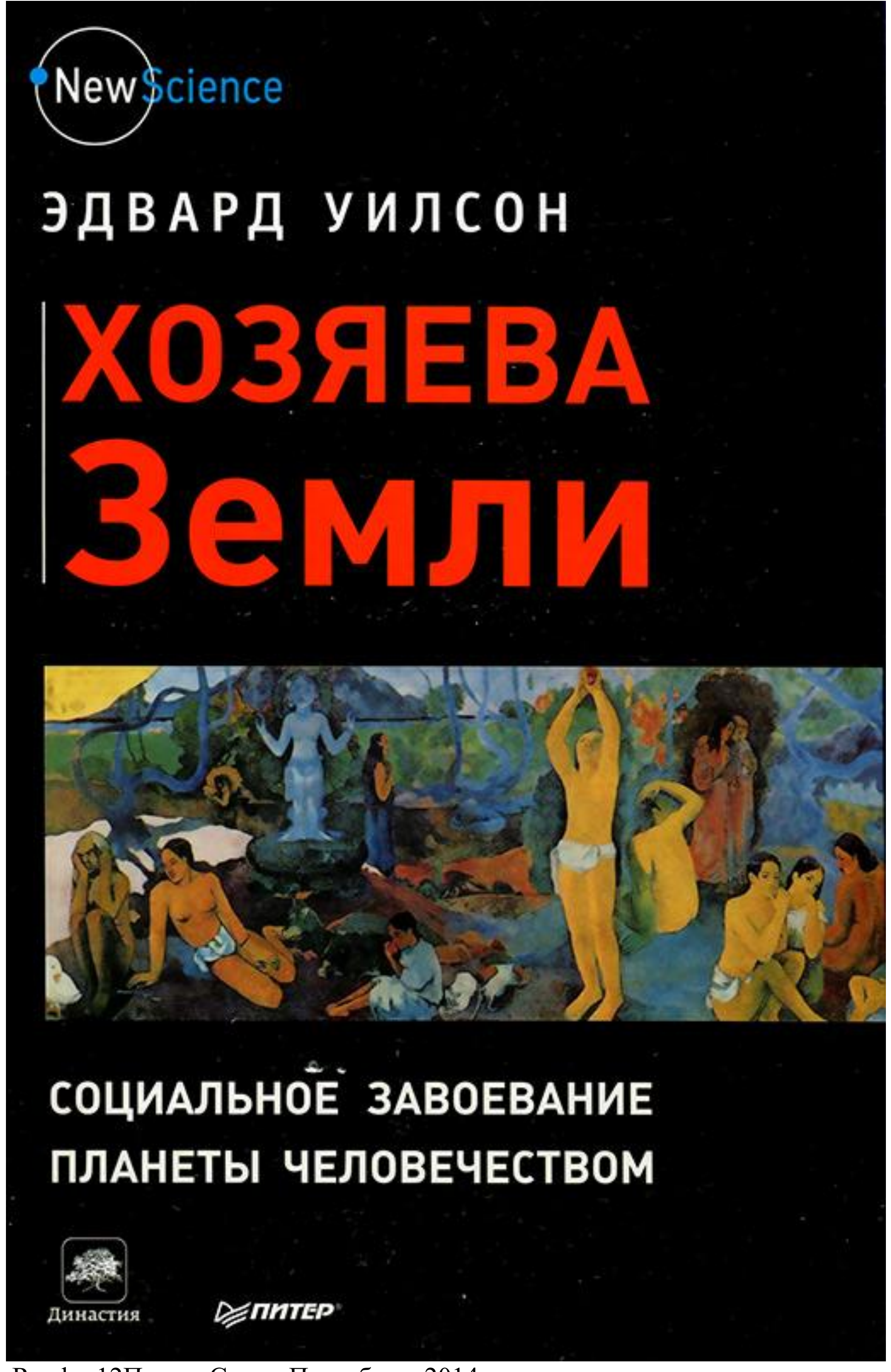
Эдвард Осборн Уилсон
Хозяева Земли



FineReader 12Питер; Санкт-Петербург; 2014
ISBN 978-5-496-00429-9

Аннотация

Новая книга известного биолога и социолога Эдварда Уилсона, ведущего ученого

Гарвардского университета и лауреата Пулитцеровской премии, которого часто называют наследником великого Дарвина, суммирует предыдущие работы и исследования автора.

Откуда мы пришли? Кто мы? Куда мы идем? Эдвард Уилсон создал удивительно сильную, ясную и страстную работу, которая отвечает на эти три фундаментальных вопроса религии, философии и науки, одновременно кардинальным образом переосмысливая теорию эволюции и ставя в качестве главной движущей эволюционной силы семью и групповой отбор. Уилсон доказывает, что история не имеет никакого смысла без предыстории, а предыстория не имеет смысла без биологии. Демонстрируя, что источники морали, религии и творчества носят принципиально биологический характер, Уилсон дает нам наиболее ясное и понятное объяснение о происхождении человека и причинах, приведших к нашему господству в биосфере Земли.

Эдвард Уилсон
Хозяева Земли
Социальное завоевание планеты человечеством

Издательство и лично переводчик выражают искреннюю благодарность к. б. н. Вадиму Михайловичу Хайтову, который прочитал перевод и сделал множество ценных критических замечаний, а также Денису Владимировичу Бородкину, который перевел на русский язык некоторые из процитированных стихотворных отрывков.

Пролог

Самая неуловимая и самая желанная цель духовных поисков — ключ к пониманию человеческой природы. Искавшие его традиционно исследовали лабиринты мифов: для религии это были мифы о сотворении мира и видения пророков, для философов — самоанализ и основанные на нем рассуждения, *для* искусства — утверждения, основанные на игре чувств.

Шедевры изобразительного искусства, в частности, являются отражением пути человека, воплощением чувства, которое нельзя описать словами. Возможно, в них таится и более глубокий, фундаментальный смысл. Отыскать его попробовал Поль Гоген, охотник за тайнами и, как его называли, прославленный «создатель мифов». История его жизни — достойный фон к ответу сегодняшнему, тому ответу, который заключен в этой книге.

В конце 1897 года в Пунаауиа, примерно в двух километрах оттаитянского порта Папеэте, Гоген приступил к созданию своей самой большой и самой важной картины. Он был ослаблен сифилисом и изнуряющими сердечными приступами. Его кошелек был почти пуст, и он был подавлен известием о смерти своей дочери Алины, которая недавно скончалась во Франции от воспаления легких.

Гоген знал, что его время на исходе. Он полагал, что эта картина будет его последней работой. Дописав ее, он отправился в горы за Папеэте, чтобы совершить самоубийство. Он взял с собой заранее припасенную склянку с мышьяком, вероятно, не зная, как мучительна смерть от этого яда. Он рассчитывал затеряться в горах, прежде чем примет яд, чтобы его труп не был найден, а стал пищей для муравьев.

Однако затем он отказался от своего намерения и вернулся в Пунаауиа. И хотя его жизненные силы были на исходе, он решил не сдаваться. Чтобы выжить, он устроился клерком в Управление общественных работ и исследований в Папеэте, где ему платили шесть франков в день.

В 1901 году в поисках еще большего уединения он перебрался на небольшой остров Хива-Оа на далеких Маркизских островах. Два года спустя Гоген, запутавшийся в многочисленных судебных тяжбах, умер от сердечной недостаточности, вызванной

сифилисом. Он похоронен на католическом кладбище Хива-Оа.

«Я дикарь, — писал он в письме Шарлю Морису незадолго до своей кончины. — Цивилизованные это чувствуют, потому что в моих произведениях удивляет, озадачивает именно это „невольное дикарство“».

Гоген приехал во Французскую Полинезию, практически на край света (дальше только острова Питкэрн и остров Пасхи), в поисках покоя и новых пределов художественного выражения. Если не первое, то второе он точно нашел.

Телесные и духовные странствия Гогена уникальны среди выдающихся художников его времени. Гоген родился в 1848 году в Париже, а вырос в Лиме и Орлеане, где его воспитывала мать, наполовину перуанка. Эта этническая мешанина определила судьбу художника. Молодым человеком он попал во французский торговый флот и шесть лет путешествовал по миру. В этот период (1870–1871 годы) он принимал участие во Франко-прусской войне, в сражениях в Средиземном и Северном морях. Вернувшись в Париж, он поначалу и не помышлял об искусстве, а стал биржевым маклером под руководством своего богатого опекуна Гюстава Арозы. Ароза — выдающийся коллекционер французской живописи, в том числе полотен современных ему импрессионистов, — пробудил в Гогене интерес к искусству и поддерживал его. Когда в январе 1882 года рухнул французский фондовый рынок и банк Гогена лопнул, он занялся живописью и начал развивать свое выдающееся дарование. Воспитанный на работах гениальных художников-импрессионистов — Писарро, Сезанна, Ваг Гога, Мане, Сёра и Дега, — Гоген стремился влиться в их ряды. Портреты, натюрморты и пейзажи, которые он писал, путешествуя по Франции от Понтуаза до Руана, от Понт-Авена до Парижа, становились все более фантасмагорическими, предвещая того Гогена, который так хорошо нам знаком.

Однако Гоген остался недоволен результатом и вращался в обществе своих прославленных современников совсем недолго. Он не стал ни богатым, ни знаменитым, хотя уже тогда знал (как утверждал позднее), что он — великий художник. Он мечтал о более простом и легком пути к величию. В 1886 году он писал, что Париж — «это пустыня для бедняка. […] Я отправлюсь в Панаму и буду жить там дикарем. […] Я возьму с собой кисти и краски и найду новые силы вдали от общества людей».

Не только бедность гнала Гогена прочь от цивилизации. Искатель приключений с мятущейся душой, он всегда стремился узнать, что находится за горизонтом. Вот почему он так любил эксперименты в искусстве. В путешествиях его привлекали экзотические культуры, и он хотел погрузиться в них в поисках новых способов визуального выражения. Он провел некоторое время в Панаме, затем перебрался на Мартинику. Вернувшись домой, он попытался устроиться на работу во французском протекторате Тонкин (ныне Северный Вьетнам). Получив отказ, он обратился к Французской Полинезии — истинному раю на земле.

9 июня 1891 года Гоген прибыл в Папеэте и с головой погрузился в туземную культуру. Со временем он стал поборником прав местного населения и, соответственно, смутьяном в глазах колониальных властей. Что гораздо важнее, он разработал новый стиль, получивший название примитивизм, — плоский, пасторальный, зачастую чрезмерно красочный, простой и непосредственный, абсолютно самобытный.

Тем не менее напрашивается вывод, что новый стиль был не единственной целью поисков Гогена. Его также глубоко интересовала человеческая природа — что она есть на самом деле и как ее изобразить. В салонах европейской Франции, особенно Парижа, тысячи голосов кричали, требуя внимания, а интеллектуальной и художественной жизнью заправляли признанные авторитеты, не видевшие дальше своей области знаний. Гоген понимал, что никто из них не мог бы создать новую гармонию из этой какофонии.

Это было возможно в более простом и в то же время абсолютно функциональном мире Таити. Именно здесь была надежда докопаться до самой сути человеческой природы. В этом отношении Гоген был заодно с Генри Дэвидом Торо, который чуть раньше уединился от общества в маленькой хижине на берегу Уолденского пруда, чтобы «…иметь дело лишь с

важнейшими фактами жизни и попробовать чему-то от нее научиться, […] сделать в ней широкий прокос, чисто снять с нее стружку, загнать жизнь в угол и свести ее к простейшим ее формам…»[1].

Такое восприятие мира лучше всего выражено на огромном (3,6 м в длину) шедевре Гогена. Приглядитесь к нему. На фоне расплывчатого смешения таитянских пейзажей, гор и моря мы видим ряд человеческих фигур. Большинство из них — женщины, ведь это Гоген таитянского периода. Как реалистичные, так и сюрреалистичные, они представляют собой жизненный цикл человека. Художник предполагал, что зритель будет рассматривать их справа налево. Младенец в правом нижнем углу символизирует рождение. Взрослая фигура неопределенного пола с поднятыми руками, стоящая в центре, — символ индивидуального самопознания. Немного левее — молодая пара, юноша срывает яблоко, девушка кусает другое, — Адам и Ева, жаждущие знаний. В левом нижнем углу сидит сгорбленная старуха с искаженным мукой и отчаянием лицом, символизирующая смерть (считается, что на ее создание художника вдохновила гравюра Альбрехта Дюрера «Меланхолия» [1514]).

С заднего плана левой части картины на нас смотрит голубой идол, поднявший руки в ритуальном жесте — возможно, благосклонном, а возможно, и враждебном. Сам Гоген описал его смысл с многозначительной поэтической двусмысленностью.

«Этот идол — не стоит понимать его буквально, он скорее фигура, в нем нечто животное, но все же меньше животного, и в моем воображении вот он, перед хижиной, стал одно с природой, властвует *над нашим первобытным духом, в* страданиях придуманное утешение перед лицом величия неразрешимой загадки нашего происхождения и нашего будущего» (курсив Гогена).

В верхнем левом углу картины художник написал ставшее знаменитым название этого полотна:

D’où Venons Nous / Que Sommes Nous / Où Allons Nous /[2]

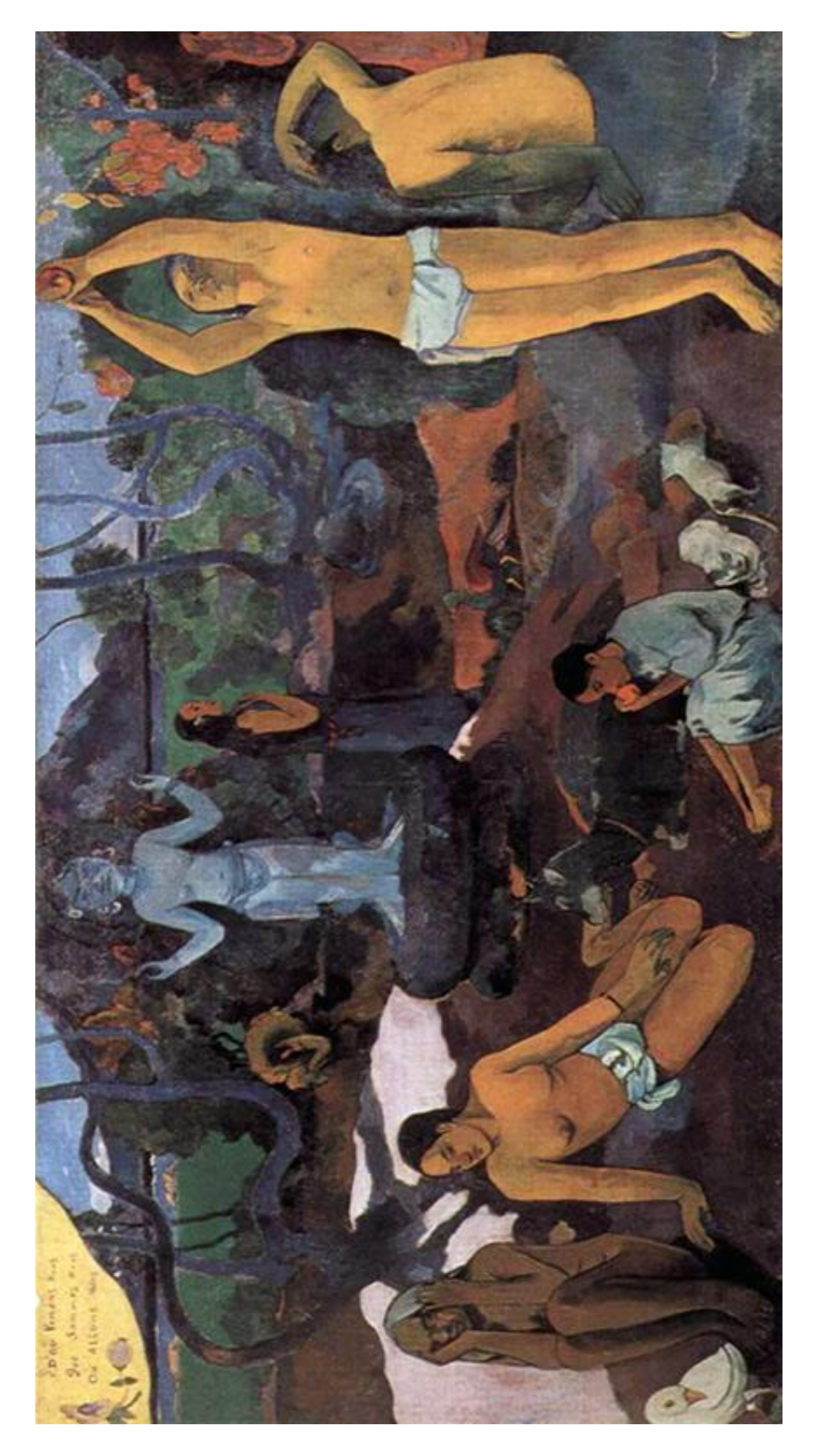
Картина Гогена — не ответ, а вопрос.

D’où Venons Nous / Que Sommes Nous / Où Allons Nous / (Откуда мы пришли? / Кто мы? / Куда мы идем?) Поль Гоген, холст, масло, Музей изобразительных искусств (Бостон, Массачусетс); фотография © SuperStock.

---

[1] Уолден, или Жизнь в лесу (перевод 3. Е. Александровой). — *Здесь и далее примеч. пер.*

[2] Откуда мы пришли? / Кто мы? / Куда мы идем? (фр.)



I. Почему существуют сложные формы общественной жизни?

1. Человеческая природа

«Откуда мы пришли? Кто мы? Куда мы идем?» — эти предельно простые вопросы, написанные Полем Гогеном в углу его гениального таитянского холста, на самом деле являются центральными вопросами религии и философии. Сможем ли мы ответить на них? Иногда кажется, что нет. Но все же можно попробовать.

Современное человечество похоже на лунатика, балансирующего на грани между иллюзиями сновидений и хаосом реального мира. Сознание пытается, но не может нащупать точное место и время. Мы создали цивилизацию «Звездных войн» — с эмоциями каменного века, общественными институтами Средневековья и технологиями, достойными богов. Мы мечемся. Нас страшно сбивает с толку сам факт нашего существования; мы опасны как для себя самих, так и для всего живого.

Религия никогда не разрешит эту великую загадку. Со времен палеолита каждое племя, а их были бессчетные тысячи, создавало свой миф о сотворении мира. На протяжении долгого периода, когда наши предки творили мифы, потусторонняя братия беседовала с шаманами и провидцами. Сверхъестественные существа являли себя смертным в самых разных обличьях — как единый Бог, племя богов, Святое семейство, Великий Дух, солнце, духи предков, великие змеи, всевозможные химеры, полулюди-полузвери, всесильные небесные пауки — все что угодно, все, что только могло привидеться во сне или в галлюцинациях или родиться в богатом воображении духовных лидеров. Эти существа отчасти оформлялись в соответствии с той средой, которая окружала их создателей. Полинезийские боги отделили небо от земли и моря, после чего была сотворена жизнь и появились люди. Пророки обитавших в пустыне патриархальных общин, в которых зародились иудаизм, христианство и ислам, создали образ божественного всесильного патриарха, говорящего со своим народом через Священное Писание.

В мифах о сотворении мира члены племени находили объяснение собственному существованию. Кроме того, эти мифы дарили людям ощущение, что именно их племя боги любят больше других. В обмен на благосклонность боги требовали абсолютной веры и повиновения. Эти требования были справедливы. Миф связывал членов племени нерушимыми узами. Он даровал верующим возможность самоопределения, внушал преданность, укреплял порядок, гарантировал исполнение закона, поощрял героизм и жертвенность и объяснял загадку жизни и смерти. Племя, будни которого не были подкреплены мифом о сотворении мира, не имело шансов на выживание — его ждали ослабление, распад, гибель. Поэтому каждое племя должно было с самого начала обзавестись своим собственным мифом. Мифы о сотворении мира служили эволюционным инструментом выживания.

Племенные конфликты, в которых объединенные одной верой «свои» противостояли «чужим», были главной движущей силой, сформировавшей биологическую природу человека. Правда мифа постигалась сердцем, а не умом. Мифотворчество само по себе не может раскрыть тайну происхождения человека и смысл его существования. Но в обратном направлении объяснение сработает. Если понять происхождение и смысл человечества, то возможно объяснить происхождение и значение мифов и, следовательно, суть организованных религий.

Можно ли примирить эти два мировоззрения? Если отвечать честно и просто, то ответ — нет. Примирить их нельзя. Контраст между ними определяет разницу между наукой и религией, между эмпирическим подходом и верой в сверхъестественное.

Итак, великую загадку человеческой природы нельзя разгадать, обратившись к мифологическим основам религии. Не поможет здесь и самонаблюдение. Рациональное познание как таковое не имеет в своем арсенале инструментов для познания себя самого. Основную часть мозговой активности познающий разум вообще не регистрирует. Как однажды заметил Чарльз Дарвин, мозг — это крепость, которую штурмом не взять.

Размышление о мышлении — стержень творческого процесса, но оно лишь в малой степени объясняет то, как именно мы мыслим, и совсем не объясняет того, как возникло само искусство. Сознание, эволюционировавшее на протяжении миллионов лет борьбы не на жизнь, а на смерть и, более того, появившееся в результате этой самой борьбы, не приспособлено для самоанализа. С самого начала оно было предназначено для выживания и размножения. Эмоции — движущая сила сознательной мысли; выживание и размножение — ее единственная конечная цель. Искусство способно исключительно точно передать

мельчайшие движения сознания, но оно передает их так, словно бы у человеческой природы не было никакой эволюционной истории. Ярчайшие метафоры современного искусства приблизили нас к разгадке не больше, чем драматургия и литература Древней Греции.

Ученые, обследуя шаг за шагом эту неприступную цитадель, ищут уязвимые места в ее стенах. Благодаря новейшим разработкам им удалось пробить брешь и прорваться внутрь, и теперь они считывают коды и прослеживают связи миллиардов нервных клеток. Скорее всего, уже нынешнее поколение ученых сможет объяснить физическую основу сознания.

Но даже тогда сможем ли мы сказать, кто мы такие и откуда пришли? Нет, не сможем. Понимание работы мозга на самых глубинных уровнях действительно приблизит нас к цели наших поисков. Однако чтобы окончательно ее достичь, нам нужно гораздо больше знаний как из области естественных, так и гуманитарных наук. Мы должны понять, как мозг стал таким, какой он есть, и почему.

Более того, не стоит надеяться, что разгадать великую загадку под силу философии. Несмотря на свою благородную цель и почтенное прошлое, чистая философия давно отказалась от попыток ответить на фундаментальные вопросы о человеческом существовании. Одно только обращение к этой теме погубило немало репутаций. Она стала этакой философской Горгоной, в лицо которой боятся взглянуть даже лучшие мыслители. Их опасения небеспочвенны. История философии — во многом цепь неудачных попыток построить модель человеческого разума. Поле философских размышлений усеяно обломками теорий сознания. После того как в середине XX века логический позитивизм, попытавшийся объединить науку и логику в замкнутую систему, пришел в упадок, профессиональные философы образовали своего рода интеллектуальную диаспору. Они эмигрировали в более «податливые» области знания, еще не освоенные наукой, такие как интеллектуальная история, семантика, логика, поиск фундаментальных основ математики, этика и теология, не говоря уже о самой доходной области прикладной философии, связанной с проблемами личностной адаптации.

Философы процветают в этих разнообразных сферах, и методом исключения мы приходим к тому, что по крайней мере в настоящий момент задача разгадать великую загадку лежит на плечах науки. Наука же обещает доказать и уже отчасти доказала следующее. Есть настоящая история формирования человечества, она лишь одна и не является мифом. Постепенно, шаг за шагом ученые исследуют эту историю, тестируют, дополняют и укрепляют ее.

Я думаю, что научный прогресс, особенно за последние лет двадцать, вполне может позволить нам внятно и убедительно ответить на вопросы, откуда мы пришли и кто мы такие. Однако для этого нам нужно сначала найти ответы на два еще более фундаментальных вопроса, неизбежно всплывающих при обращении к этой теме. Первый — почему вообще развитая общественная жизнь существует и почему она так редка в истории жизни? Второй вопрос — какие силы вызвали ее появление?

На эти вопросы можно ответить, собрав воедино информацию из различных дисциплин — от молекулярной генетики, нейробиологии и эволюционной биологии до археологии, экологии, социальной психологии и истории.

Для успешной реконструкции этого сложного процесса будет полезно рассмотреть также других общественных завоевателей Земли — высокосоциальных муравьев, пчел, ос и термитов, — и именно это я и сделаю. На их фоне теория общественной эволюции человека приобретает глубину и перспективу. Я прекрасно отдаю себе отчет в том, что, ставя насекомых в один ряд с людьми, рискую быть неверно понятым. Мало нам было обезьян, скажете вы, теперь еще и насекомые! И все же такие сопоставления могут принести огромную пользу для понимания биологии человека. Есть прекрасные примеры плодотворного сравнения малого с большим. Для изучения принципов молекулярной генетики человека биологи с успехом используют бактерий и дрожжи. Для понимания основ нашей собственной нервной организации и памяти не обойтись без круглых червей и моллюсков. А сколько нового о развитии человеческих эмбрионов рассказали плодовые

мушки-дрозофилы! Общественные насекомые принесут нам не меньшую пользу — сравнение с ними поможет разгадать загадку происхождения человечества.

II. Откуда мы пришли?

2. Два пути завоевания

Люди создают культуры, используя податливые языки. Мы изобретаем понятные нам символы и за счет них выстраиваем коммуникационные сети, на много порядков более обширные, чем у животных. Мы завоевали биосферу и опустошили ее так, как никакой другой вид за всю историю жизни. То, что мы свершили, — уникально.

Но наши эмоции не уникальны. Так же как и на наших анатомии и мимике, на них лежит то, что Дарвин называл нестираемой печатью нашего животного происхождения. Мы — эволюционная химера: нашими действиями правит разум, а его контролируют требования животного инстинкта. Именно поэтому мы бездумно разрушаем биосферу, а вместе с ней и надежду на вечное существование нашего вида.

Человечество — великолепное, но хрупкое достижение. Наш вид тем более впечатляет, что представляет собой кульминацию эволюционной эпопеи, протекавшей в смертельно опасных условиях. Б***о***льшую часть времени популяции наших предков были очень малы. В эволюции млекопитающих популяции такого размера, как правило, были обречены на быстрое вымирание. Все племена предшественников рода *Homo,* вместе взятые, составляли популяцию размером не более нескольких десятков тысяч особей. На ранних этапах они несколько раз расходились на две или более линий. Средняя продолжительность жизни вида млекопитающих составляла тогда всего полмиллиона лет. В соответствии с этим принципом б***о***льшая часть линий исчезла с лица Земли. Линия, которой суждено было дать начало современному человечеству, за последние полмиллиона лет подходила вплотную к грани вымирания по крайней мере однажды, а возможно, и чаще. Вся человеческая эпопея легко могла бы закончиться в любом таком «узком месте» — кануть в Лету в мгновение ока по геологическим меркам. Маленькая популяция могла погибнуть в результате сильной засухи, или от новой болезни, подхваченной от животных, или под давлением более конкурентоспособных приматов. Это был бы конец. Эволюция биосферы откатилась бы назад и уже не дала бы нам второй попытки.

Общественные насекомые, ныне доминирующие среди беспозвоночных в наземных экосистемах, возникли в большинстве своем более 100 млн лет назад. По оценкам специалистов, термиты возникли в среднем триасе (220 млн лет назад), муравьи — на границе юрского и мелового периодов (около 150 млн лет назад), а шмели и пчелы — в конце мелового периода (приблизительно 70–80 млн лет назад). Затем, до конца мезозойской эры, видовое разнообразие в этих эволюционных линиях увеличивалось вместе с ростом и распространением цветковых растений. Тем не менее муравьи и термиты заняли свое нынешнее главенствующее положение среди наземных беспозвоночных лишь спустя довольно продолжительное время. Они шли к нему постепенно, по одному новшеству за раз, и достигли современных показателей примерно 65–50 млн лет назад.

Пока муравьи и термиты завоевывали мир, другие наземные беспозвоночные эволюционировали вместе с ними и в результате не только не вымерли, но и пришли к процветанию. Растения и животные выработали эффективные средства защиты от натиска общественных насекомых. Многие стали употреблять муравьев, термитов и пчел в пищу. Даже некоторые растения — росянки, саррацении и другие — «научились» массово ловить и переваривать насекомых, восполняя таким образом нехватку питательных веществ в почве в местах своего обитания. Многие виды растений и животных сформировали с общественными насекомыми тесные симбиотические связи. Среди них немало таких, которые полностью зависят от своих партнеров. Пищевые объекты, опылители, мусорщики,

разрыхлители почвы — вот лишь некоторые роли насекомых, важные для других организмов.

В целом темпы эволюции муравьев и термитов были сравнительно низкими, поэтому другие организмы успели приспособиться к ним. В результате эти насекомые не изуродовали остальную часть наземной биосферы, а стали ее жизненно важными элементами. Экосистемы, в которых они доминируют сегодня, не только устойчивы, но и зависят от них.

Какой разительный контрасте представителями одного-единственного вида *Homo sapiens,* возникшего несколько сотен тысяч лет назад и распространившегося по миру в течение последних шестидесяти тысяч лет. У нас просто не было времени на коэволюцию с другими элементами биосферы. Другие виды не были готовы к нашему натиску, что имело для них печальные последствия.

Поначалу процесс видообразования в популяциях наших непосредственных предков, разбросанных по всему Старому Свету, был экологически безопасным. В большинстве случаев он приводил к вымиранию и, следовательно, к филогенетическим тупикам — засохшим веткам древа жизни. Любой зоолог скажет вам, что в этом географическом паттерне нет ничего необычного. На Малых Зондских островах, лежащих к востоку от Явы, жили странные миниатюрные «хоббиты» — *Homo floresiensis.* Мозг у них был не больше, чем у шимпанзе, и тем не менее они изготавливали каменные орудия труда. Кроме этого мы не знаем об их жизни почти ничего. В Европе и восточном Средиземноморье обитали неандертальцы *(Homo neanderthalensis),* сестринский вид нашего *Homo sapiens.* Они были всеядны, как и наши предки, обладали массивными костями и более крупным, чем у современных Homo *sapiens,* мозгом. Неандертальцы использовали грубые, но тем не менее специализированные каменные орудия труда. Большинство их популяций хорошо приспособилось к суровому климату «мамонтовых степей» — холодных травянистых равнин, окаймлявших континентальный ледник. Они могли бы со временем стать еще одним продвинутым видом человека, но вымерли, фактически не изменившись за время своего существования. Наконец, последним экспонатом североазиатского «человеческого бестиария» является денисовский человек, на момент написания книги известный лишь по нескольким фрагментам костей.

Ни один из этих видов — давайте великодушно назовем их «другими видами человека» — не сохранился. Голова идет кругом при мысли о том, какие моральные и религиозные дебаты бушевали бы по их поводу, если бы им удалось дожить до наших дней. Гражданские права неандертальцам? Спецшколы для хоббитов? Спасение души и Царство Небесное для всех? Хотя прямые доказательства отсутствуют, нет никаких сомнений в причинах вымирания неандертальцев, которое произошло, судя по обнаруженным в районе Гибралтара останкам, не позже тридцати тысяч лет назад. Неандертальцев и все остальные виды, возникшие в ходе адаптивной радиации рода *Homo,* вытеснили наши предки — конкуренцией за пищу и жизненное пространство, прямым истреблением или и тем и другим. Архаическим линиям *Homo sapiens,* в эру неандертальцев хозяйничавшим в Африке, позже было суждено распространиться за пределы этого континента. Они заселили Старый Свет вплоть до Австралии, а затем достигли Нового Света и удаленных островов Океании. В процессе расселения все другие человеческие виды, попадавшиеся им на пути, были уничтожены и стерты с лица Земли.

Всего десять тысяч лет назад возникло земледелие, причем появилось оно примерно в восьми разных местах Нового и Старого Света совершенно независимо друг от друга. Его развитие резко увеличило количество доступной человеку пищи и соответственно плотность населения Земли. Этот решительный шаг привел к экспоненциальному росту популяции и в то же время превратил б***о*** льшую часть природного ландшафта окружающей среды в до крайности упрощенные экосистемы. Там, где люди заселяли неосвоенные места и поднимали целину, биоразнообразие «откатывалось» на полмиллиарда лет назад, делаясь все более бедным. Остальная часть живого мира не успевала подстраиваться под потребности беспощадного завоевателя, взявшегося невесть откуда, и начала рушиться под его натиском.

Согласно строгому формальному определению, применяемому к животным, *Homo sapiens* — «эусоциальный» вид. Термин подразумевает, что представители вида живут группами, состоящими из нескольких поколений, и члены группы действуют альтруистично по отношению друг к другу в соответствии с регулярным разделением труда. В этом смысле люди вполне сравнимы с муравьями, термитами и другими эусоциальными насекомыми. Но я должен тут же оговориться: между людьми и насекомыми существуют принципиальные различия, даже если отвлечься от нашей уникальной культуры, владения языком и высокого интеллекта. Прежде всего людей отличает то, что все нормальные члены человеческого общества способны к размножению и большинство из них конкурируют друг с другом за возможность реализовать эту способность. Кроме того, люди могут образовывать очень гибкие союзы, не только в пределах семьи, но и между разными семьями, полами, классами и племенами. Эти союзы основаны на сотрудничестве особей или групп, которые знакомы между собой и могут наделять конкретного человека имуществом или положением в группе на основании его личных качеств.

Необходимость такой тонкой оценки означала, что наши предки шли к эусоциальности принципиально иным путем, нежели покорные инстинкту насекомые. Этот путь был отмечен борьбой между отбором, основанным на относительном успехе отдельных особей в пределах групп, и отбором, основанным на относительном успехе групп. Стратегия этой игры складывалась из сложного сочетания тонко рассчитанного альтруизма, сотрудничества, конкуренции, доминирования, взаимного обмена, предательства и обмана.

Чтобы играть в эту игру по человеческим правилам, эволюционирующие популяции должны были и дальше наращивать интеллектуальный потенциал. Жизненно необходимым умением было умение сопереживать, интерпретировать эмоции как друга, так и врага, верно предугадывать их намерения и планировать стратегию индивидуального социального взаимодействия. В результате человеческий мозг стал одновременно высокоинтеллектуальным и высокосоциальным. Его задачей было быстрое выстраивание сценариев личных отношений — как на ближайшее время, так и на долгосрочную перспективу. Он должен был хранить в себе воспоминания о достаточно далеком прошлом, чтобы воспроизводить старые сценарии, и уметь «заглядывать» в будущее, чтобы представлять возможные последствия взаимоотношений. Управление выбором действия взяли на себя миндалевидное тело и другие участки мозга, контролирующие эмоции.

Так и сложилась природа человека, временами эгоистичная, временами самоотверженная, нередко раздираемая этими противоречиями. Каким же путем вышел *Homo sapiens* в эту точку великого лабиринта эволюции? Ответ на этот вопрос таков: нашу судьбу предопределили две биологические особенности наших предков — большие размеры и ограниченная подвижность.

Еще в мезозое первые млекопитающие были малютками по сравнению с окружавшими их гигантскими динозаврами. Но и тогда, и сейчас по сравнению с насекомыми и большинством других существ, в основном беспозвоночных, они были и остаются великанами. Когда динозавры вымерли и на смену веку рептилий пришел век млекопитающих, тысячи видов млекопитающих заселили широчайший спектр экологических ниш — от летучих мышей, ловящих насекомых в воздухе, до гигантских китов, питающихся планктоном и бороздящих океанские просторы от одного полюса до другого. Самая мелкая летучая мышь не крупнее шмеля, а синий кит, длиной до 25 метров и весом до 120 тонн, — самое большое животное, когда-либо жившее на Земле.

В процессе адаптивной радиации сухопутных млекопитающих лишь немногие виды достигали веса свыше 10 кг, в том числе олени и другие травоядные, а также питавшиеся ими крупные кошачьи и другие хищники. В каждый момент времени на свете обитало, по всей видимости, от пяти до десяти тысяч видов млекопитающих. Среди них были приматы Старого Света, а затем, в позднем эоцене (около 35 млн лет назад), первые узконосые обезьяны (*Catarrhini*), от которых произошли современные обезьяны Старого Света, человекообразные обезьяны и люди. Приблизительно 30 млн лет назад эволюционные пути

предков обезьян Старого Света и современных человекообразных обезьян (и людей) разошлись. Некоторые распространенные виды последних были растительноядными, другие питались добытым на охоте мясом или падалью. Некоторые питались смесью мяса с растительной пищей. От одной из эволюционных ветвей млекопитающих отделилась линия предшественников людей.

По нескольким причинам, и размер был только одной из них, предки людей были принципиально новыми кандидатами на роль эусоциальных животных. Насекомые всегда были закованы в рыцарскую броню своего хитинового скелета. Чтобы расти, им приходится регулярно линять, сбрасывая тесный панцирь и отращивая новые, более просторные доспехи. В то время как у млекопитающих и других позвоночных мышцы крепятся к костям снаружи, мышцы насекомых прикреплены к их хитиновому скелету изнутри. Поэтому насекомые никогда не смогут вырасти до размеров млекопитающих. Самые крупные из них — африканский жук-голиаф размером с кулак и гигантские новозеландские вета, похожие на сверчков насекомые, которые взяли на себя экологическую роль мышей, отсутствующих в местной фауне.

Из этого следует, что, хотя эусоциальные виды доминируют по численности среди насекомых, они вынуждены довольствоваться маленьким мозгом и инстинктивным поведением. Кроме того — и это исключительно важно — они слишком малы, чтобы разжигать огонь и поддерживать его. Сколько бы геологических эпох ни сменилось на Земле, насекомые не могли бы прийти к эусоциальности человеческим путем.

Тем не менее на извилистой дороге, ведущей к эусоциальности, у насекомых было одно большое преимущество — крылья, которые позволяли им перемещаться по суше на значительно б***о*** льшие расстояния, чем млекопитающим. Разница становится заметна, если посмотреть на соотношение между размером тела и преодолеваемым расстоянием. Группа людей, которые хотят отселиться от соплеменников и образовать новую колонию, может без труда пройти за день десять километров от одной стоянки до другой. Теперь рассмотрим типичный пример среди тысяч видов муравьев: оплодотворенная матка огненного муравья, готовая образовать новую колонию, пролетает такое расстояние за несколько часов. Приземлившись, она обламывает себе крылья, которые, подобно волосам и ногтям человека, состоят из мертвой ткани. Затем она выкапывает в земле ямку и устраивает в ней гнездо, где выводит, используя собственные запасы жировых и мышечных тканей, поколение дочерних рабочих особей. Человек примерно в двести раз длиннее матки огненного муравья. Так что 10-километровый перелет муравья равнозначен марш-броску из Бостона в Вашингтон[3]. Тридцатисекундный полет муравьиной матки на 100 м от родного гнезда до места будущей новой колонии эквивалентен половине марафонской дистанции для человека.

Длина перелета муравьиной матки позволяет этому виду расселяться на значительные относительно размеров тела расстояния. То же самое было бы справедливо и для одиночных ос — предков муравьев, и для одиночных предков термитов.

Разница между предками летающих муравьев, у которых каждый будущий основатель рода покидал колонию в одиночку, и «усидчивыми» предками людей, которые были вынуждены оставаться рядом с себе подобными, поначалу наводит на мысль, что возникновение продвинутых форм общественного поведения у насекомых было менее вероятным, чем у людей. Однако верно как раз обратное. В условиях постоянно меняющейся окружающей среды муравьиная матка, приземлившись, имеет куда больше шансов найти свободное место, чем блуждающее млекопитающее. Более того, для выживания ей нужна гораздо меньшая территория, которая к тому же с меньшей вероятностью будет перекрываться с территориями, уже занятыми представителями того же вида.

У общественных насекомых есть также еще одна особенность: будущей основательнице колонии не нужно сопровождение самца. Самец оплодотворяет ее во время

---

[3] Около 635 км по прямой.

брачного полета, после чего самка хранит полученную сперму в сперматеке (небольшом мешочке внутри брюшка). Она может извлекать из этого запаса по одному сперматозоиду за раз для оплодотворения яиц на протяжении многих лет. Список возглавляют муравьи-листорезы: одна матка за примерно двенадцать лет своего существования может породить 150 миллионов дочек-работниц. В любой момент времени ее окружает от трех до пяти миллионов таких прислужниц, что примерно равно населению Латвии или Норвегии.

Когда млекопитающие, особенно хищные, приступают к строительству гнезда, им приходится защищать гораздо большую территорию, чем насекомым. Куда бы они ни направились, они, скорее всего, столкнутся с конкурентами. Самки млекопитающих не умеют запасать сперму. Чтобы произвести на свет потомство, они должны найти подходящего самца. Если факторы окружающей среды, как благоприятные, так и неблагоприятные, способствуют образованию общественных групп, это должно происходить посредством личных связей и союзов, основанных на интеллекте и памяти.

Подводя итог сравнению двух общественных завоевателей нашей планеты, можно сказать, что кардинальные различия в физиологии и жизненном цикле предков общественных насекомых и наших собственных предков направили их к образованию продвинутых общественных групп по кардинально различным путям. Царица у общественных насекомых производит на свет потомков-роботов, повинующихся инстинкту; предки людей полагались на образование союзов и сотрудничество между отдельными особями. Насекомые эволюционировали в сторону эусоциальности за счет индивидуального отбора в материнской линии, когда от поколения к поколению отбирались царицы, несущие признаки социальности; предки людей продвигались к цели за счет тонкого взаимодействия индивидуального отбора и отбора на уровне групп.

3. На подходе

Ни один эволюционный путь нельзя предсказать ни на начальном, ни даже на конечном этапе. Естественный отбор может подвести вид к порогу революционного изменения, а затем развернуть его в совсем другом направлении. Тем не менее про некоторые эволюционные траектории можно с большой долей уверенности сказать, возможны они в принципе или нет, по крайней мере на нашей планете. Так, насекомые могут уменьшиться до микроскопических размеров, а вот стать размером со слона не могут. Свиньи могут перейти к жизни в воде, но их потомки никогда не будут летать.

Эволюцию вида можно представить как движение по лабиринту. По мере приближения к какому-либо эволюционному прорыву, например к эусоциальности, любое генетическое изменение, любой поворот в лабиринте может либо снизить, вплоть до нуля, вероятность перехода на новый уровень, либо сохранить потенциальную возможность такого перехода. На первых порах, когда до конца еще далеко, вероятность достичь прорыва, если она в принципе имеется, минимальна. Но когда до цели остается лишь несколько шагов, переход на новый уровень становится более вероятным. Сам лабиринт тоже эволюционирует. Старые коридоры (экологические ниши) могут закрыться, а новые — появиться. Структура лабиринта отчасти зависит оттого, кто — какой именно вид — движется по нему.

Рис. 3–1. Эволюцию вида можно представить в виде пути по лабиринту, заданному факторами окружающей среды, в котором попеременно то закрываются, то остаются открытыми возможности для дальнейшего развития. На данном рисунке показан путь от примитивной до продвинутой общественной жизни.



В каждом поколении эволюция мечет кости, и в процессе игры должно жить и умирать огромное число особей. Огромное, однако не бессчетное. Его можно приблизительно оценить по меньшей мере в пределах порядка величины. На эволюционном отрезке от предковых форм примитивных млекопитающих, живших 100 млн лет назад, до обособленной линии, которая привела к первым *Homo sapiens,* общее число вовлеченных в процесс особей могло составлять порядка 100 млрд. Сами того не зная, они жили и умерли ради нас.

Многие из игроков (и среди них — довольно продвинутые виды, на одно поколение которых приходилось в среднем несколько тысяч размножающихся особей) либо оказывались на грани вымирания, либо полностью исчезали с лица Земли. Случись такое с любым из многочисленных предков *Homo sapiens,* человеческой эпопее тут же настал бы конец. Наши предки не были избранными или великими. Им просто повезло.

Последние исследования в разных областях науки проливают свет на эволюционные этапы, которые привели к рождению человеческой природы, предлагая по крайней мере частичное решение «проблемы уникальности человека», так долго не дававшей покоя ученым и философам. В ретроспективе каждый шаг от начала до современного состояния человека можно рассматривать как преадаптацию. При этом я ни в коем случае не хочу сказать, что наши предки действовали по чьей-то указке. Нет, каждый шаг сам по себе был адаптацией — ответом естественного отбора на условия, при которых вид существовал в конкретном месте и в конкретное время.

Первой преадаптацией стали упомянутые выше большие размеры тела и относительная малоподвижность. Это определило траекторию эволюции млекопитающих, направив их по

совсем другому пути, чем общественных насекомых. Второй преадаптацией на пути к человеку был произошедший 70–80 млн лет назад переход ранних приматов к жизни на деревьях. Важнейшей особенностью, возникшей в процессе этого перехода, были цепкие руки и ноги. Их форма и мышцы были также более приспособлены к раскачиванию на ветвях, а не только к хватанию за них в целях поддержки. Эффективность конечностей возросла после двух эволюционных новшеств — противопоставленного большого пальца руки и увеличенного большого пальца ноги. Дальнейшее повышение эффективности было связано с модификацией кончиков пальцев: на смену острым кривым когтям, характерным для большинства древесных млекопитающих, пришли плоские ногти. Вдобавок на ладонях и подошвах появились облегчающие хватание кожные гребешки и обостряющие осязание барорецепторы. Такая рука уже годилась для того, чтобы подбирать плоды и, разрывая их на части, извлекать отдельные семена. А краем ногтя можно было надрезать или поскрести схваченный руками предмет. В таких руках ранние приматы вполне могли, перемещаясь на задних конечностях, переносить пищу на значительные расстояния. Им больше не нужно было перетаскивать еду, сжимая ее в челюстях, как это делают кошки и собаки, или отрыгивать пищу детенышам, подобно некоторым птицам.

Рис. 3–2. Шимпанзе идет на двух ногах по саванновому редколесью в Фонголи (Сенегал). (Источник: Mary Roach, «Almost Human», National Geographie, April 2008, p. 128. Фото: Frans Lanting / National Geographie Stock.)





Вероятно, ранним приматам пришлось вырабатывать относительно сложное и гибкое пищевое поведение в условиях трехмерной и редкой растительности (именно в таких местах они обитали), и в связи с этим мозг предшественников людей значительно увеличился в размерах. По этим же причинам эти приматы в отличие от большинства млекопитающих стали больше полагаться на зрение, чем на обоняние. Их глаза стали больше и научились различать цвета. Расположение глаз на передней плоскости головы позволило перейти к бинокулярному зрению, дало ощущение глубины. При ходьбе предки людей не перемещали широко расставленные задние конечности параллельно, а ставили ноги в линию — одна впереди другой. У них стало рождаться меньше потомства, но при этом детенышам требовалось больше времени на развитие.

Когда входе эволюции представители одной из линий этих странных обитателей древесных крон спустились на землю (а речь идет об африканских ландшафтах), произошла следующая преадаптация — очередной удачный поворот в эволюционном лабиринте. Они

перешли к хождению на двух ногах и тем самым освободили руки для других целей. Два вида шимпанзе, существующие и поныне, — обыкновенный шимпанзе и карликовый шимпанзе, или бонобо, ближайшие родственники человека, — тоже довольно далеко продвинулись в том же направлении примерно в то же время. Оказавшись на земле, шимпанзе часто бегают или ходят на ногах, поднимая руки вверх. Они даже могут изготавливать примитивные орудия труда.

Австралопитеки — первые пралюди, представлявшие человеческую линию после разделения с линией шимпанзе, — уже гораздо увереннее ходили на двух ногах. Их тело претерпело в этой связи соответствующие изменения. Ноги стали длиннее и стройнее, ступни удлинились для раскачивания во время передвижения. Таз принял вид неглубокой чаши, поддерживающей внутренние органы, которые теперь оказывали давление на ноги, а не висели мешком на горизонтальном туловище, как у обезьян.

Скорее всего, именно прямохождение легло в основу эволюционного успеха австралопитеков — по крайней мере если судить по разнообразию формы тела, челюстной мускулатуры и зубным наборам. Около двух миллионов лет назад был период, когда на Африканском континенте жило по меньшей мере три вида австралопитеков. Их можно было бы издалека принять за людей — та же осанка, те же пропорции тела, маленькая подвижная голова сверху туловища, длинные, приспособленные для бега и прыжков ноги. Почти наверняка австралопитеки перемещались небольшими группами, как современные охотники-собиратели. Их мозг был не больше, чем у шимпанзе, и тем не менее именно от этой группы видов и произошли в конце концов первые *Homo.* В эволюции разнообразие открывает возможности, что и было проверено австралопитеками.

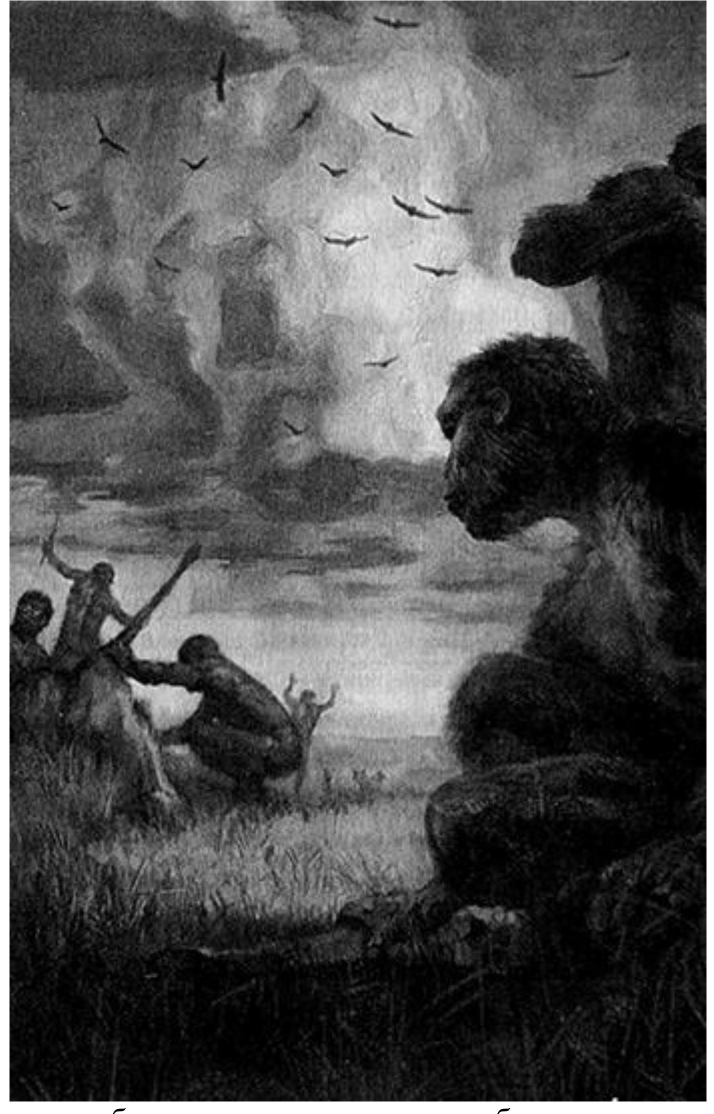
Рис. 3–3. Шимпанзе сидит на вершине термитника в саванне — среде обитания предков человека. Здесь эти животные также используют примитивные орудия труда. (Источник: W. C. McGrew, «Savanna chimpanzees dig for food», Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 104(49]: 19 167-19168 [2007]. Фото: Paco Bertolani, Центр изучения эволюции человека Кембриджского университета.)



Места обитания австралопитеков и произошедших от них видов рода *Homo* способствовали развитию прямохождения. Они никогда не опирались при ходьбе на костяшки пальцев рук, как это делают шимпанзе и другие современные человекообразные обезьяны (слегка сжимая кулаки, те используют руки как передние ноги). Новая манера

ходьбы, при которой руки раскачивались вдоль тела, позволяла австралопитекам двигаться быстрее с меньшими энергозатратами; правда, за такую походку приходилось расплачиваться проблемами со спиной и коленями, а также весьма существенным риском, связанным с необходимостью удерживать тяжелую шарообразную голову на хрупкой вертикальной шее.

Рис. 3–4. Ardipithecus ramidus, останки которого обнаружены в среднем течении р. Средний Аваш (Эфиопия), — древнейший из ныне известных двуногих предшественников современных людей (его возраст 4,4 млн лет). Он уже ходил на удлиненных задних конечностях, но имел при этом и длинные руки, предназначенные для жизни на деревьях. (Источник: Jamie Shreeve, «The evolutionary road», National Geographic, July 2010, pp. 34–67. Рисунок: Jon Foster. Jon Foster / National Geographic Stock.)



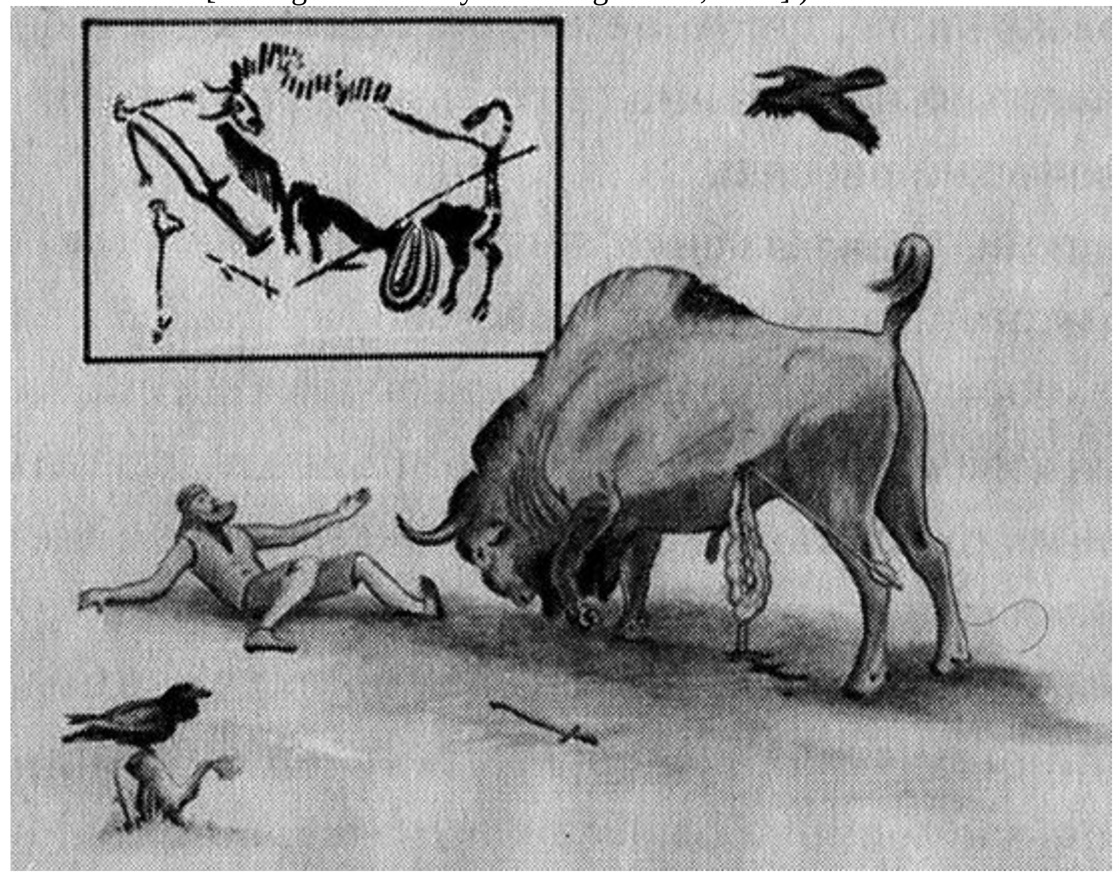
Для приматов, чьи тела были изначально приспособлены к жизни на деревьях, эти двуногие бегали довольно быстро. Тем не менее состязаться в скорости с четвероногими животными, служившими им добычей, они, конечно же, не могли. Антилопы, зебры, страусы и другие животные легко обгоняли их на коротких дистанциях. За миллионы лет преследования львами и другими хищниками-спринтерами они стали чемпионами в беге на стометровку. У ранних людей не было шансов обогнать этих олимпийцев на короткой дистанции, но зато они могли продержаться дольше в беге на длинную. И вот в какой-то момент люди стали марафонцами. Им нужно было только начать охоту и гнать животное километр за километром, до тех пор пока обессилевшая жертва не позволит себя догнать. Эти предшественники человека, бегавшие так, что с каждым толчком туловище как бы

падало вперед с мячиков стоп, поддерживая постоянный темп, постепенно развили высокую аэробную выносливость. Со временем они также утратили волосяной покров на большей части тела, за исключением головы, лобка и выделяющих феромоны подмышек. При этом повсеместно на теле возникли потовые железы, способствовавшие более быстрому охлаждению обнаженной поверхности тела.

В своей книге «Догнать антилопу» Бернд Хайнрих, выдающийся биолог и рекордсмен в беге на ультрадлинные дистанции, подробно обсуждает тему марафона. Он приводит слова Шона Фаунда, чемпиона США (2000) в беге на двадцать пять километров, об упоении бегом на выносливость: «Когда так бежишь […], снова становишься первобытным охотником. Тридцать миль погони за животным, которое в два счета обогнало бы тебя на короткой дистанции, — и ты возвращаешься в свою деревню с добычей, даруя жизнь измученным голодом людям. Это прекрасное чувство».

Тем временем передние конечности наших предков, претерпев определенные анатомические изменения, стали значительно более ловкими. Теперь рука, особенно у самцов, была отлично приспособлена для того, чтобы бросать предметы, такие как камни, а затем и копья — так предки людей впервые научились убивать на расстоянии. Это умение давало им огромнейшее преимущество во время конфликтов с другими, хуже снаряженными группами.

Рис. 3–5. Охота была высокоадаптивным и при этом крайне опасным занятием. На врезке показан фрагмент наскального рисунка времен палеолита из пещеры Ласко: раненый бизон атакует упавшего охотника. Рядом сидит ворон — частый спутник охотников, питающийся падалью. (Трактовка наскального рисунка: R. Dale Guthrie. Источник: The Nature of Paleolithic Art [Chicago: University of Chicago Press, 2005].)



Умение бросать камни появилось по крайней мере в одной популяции современных шимпанзе. По-видимому, такое поведение — нечто вроде культурного изобретения. Возможно, все началось с озарения, посетившего одну конкретную обезьяну. Тем не менее невозможно представить, чтобы шимпанзе сравнился в ловкости с атлетом-человеком. Никакой шимпанзе не может кинуть камень так, чтобы он полетел со скоростью 40 м/с, или

метнуть копье через все футбольное поле. Детеныш шимпанзе, даже если с ним специально заниматься, никогда не будет бросать предметы так же ловко, как человеческий ребенок. Ранние люди обладали врожденными способностями, позволявшими использовать метательное оружие для охоты и отпугивания врагов, а также, скорее всего, врожденной склонностью к такому поведению. Несомненно, это давало им неоспоримые преимущества. Наконечники копий и стрел — древнейшие из известных археологам артефактов.

Окружающая среда, на фоне которой разворачивалась эпопея становления человечества, идеально подходила для возникновения первых двуногих и их потомков-марафонцев. В этот критический эволюционный период большая часть Африки к югу от Сахары переживала засушливую эпоху, в течение которой влажные тропические леса отступали к экватору, оставаясь на севере в виде разрозненных островков. Большая часть континента была покрыта саванным редколесьем, чередующимся с сухими лесами и лугами. Предшественники людей и первые виды рода *Homo,* добывавшие себе пропитание на открытой местности, могли вставать на ноги и обозревать окрестности поверх низкой растительности, пытаясь увидеть, нет ли поблизости добычи или опасных хищников. Если что, они могли укрыться в растущих неподалеку деревьях. Ветви этих относительно низкорослых деревьев, в основном акаций, раскидывались невысоко над землей, так что на них было легко забираться, на счастье двуногих. Структура таких местообитаний была похожа на то, что сегодня мы можем видеть в Серенгети, Амбосели, Горонгосе и других огромных национальных парках Восточной Африки. Их пейзажи находят особый отклик и у поэтов, и у обычных туристов. Как я объясню чуть позже, очень вероятно, что их сердца бьются сильнее, повинуясь инстинкту, который наши предки выработали за миллионы лет обитания в этих самых местах.

Колыбелью человечества были вовсе не непроходимые влажные тропические леса с высокими пологами и темными интерьерами, но и не луга и пустыни, где не за что зацепиться взглядом. Скорее всего, человечество родилось в саванном редколесье и затейливая мозаика разнообразных ландшафтных пятен способствовала его становлению.

Рис. 3–6. Бушмены отправляются на поиски пищи по лугам в южной части пустыни Калахари. Вероятно, 60 000 лет назад в этих местах можно было регулярно наблюдать похожие сцены. (Источник: Stephan C. Schuster et al., «Complete Khoisan and Bantu genomes from southern Africa», Nature 463: 857, 943–947 [2010]. Фото: © Stephan C. Schuster.)



Следующим шагом на пути к эусоциальности было подчинение огня. Низовые пожары, возникающие от удара молнии, и по сей день вполне обычное явление в африканских лугах и лесах. На влажной почве берегов ручьев или топких низин пожары останавливаются, при этом подлесок уплотняется и становится все равно что трут. Удар молнии или приближение низового пожара может стать причиной его воспламенения, и тогда огнем оказывается охвачена не только растительность на поверхности земли, но и стволы и кроны деревьев саванного редколесья. Некоторые животные, особенно молодые, больные и старые особи, оказываются в ловушке и погибают. Кочующие предки людей не могли не оценить значение пожаров как источника пищи. Более того, эта пища нередко оказывалась уже «готовой к употреблению» — плоть испекшихся животных было особенно легко отделить от костей и съесть.

Австралийские аборигены и в наше время не только охотно используют в пищу таких животных, но и намеренно разжигают пожары при помощи веток-факелов. Может быть, и предки людей делали то же самое? Мы не можем узнать, как именно человек впервые подчинил себе огонь, но это стало, несомненно, ключевым моментом на извилистом пути к его современному состоянию.

Насекомые и другие наземные беспозвоночные, с другой стороны, никак не могли подчинить себе огонь. Чисто физически они слишком малы, чтобы разжечь трут или поджечь горючий предмет и при этом не воспламениться. Разумеется, огонь недоступен и водным животным независимо от их размера и интеллектуальных задатков. На этой или любой другой планете умственного уровня *Homo sapiens* можно достичь только на суше. Даже в мире сказок русалки или бог Нептун рождаются на суше и лишь потом переселяются в водяное царство.

Следующим — судя по другим животным, решающим — шагом к человеческой эусоциальности была привычка объединяться в небольшие группы на стоянках. Такие группы состояли из членов одной большой семьи и, возможно, как у современных охотников-собирателей, включали женщин, обменянных в традициях межсемейственного, экзогамного брака.

Судя по многочисленным археологическим свидетельствам, такие стоянки были характерны и для *Homo sapiens* в Африке и для *Homo neanderthalensis* в Европе, а также для их общего предка *Homo erectus.* Это значит, что этот обычай возник по крайней мере миллион лет назад.

Рис. 3–7. Гиеновые собаки. (Источник: E. O. Wilson, Sociobiology [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975], pp. 510–511. Рисунок: Sarah Landry.)



Вообще стоянки *a priori* были важнейшей адаптацией на пути к эусоциальности: по сути, стоянки — это человеческие гнезда. Все без исключения животные, достигшие эусоциальности, начинали со строительства гнезда и защиты его от врагов. Они выводили в нем потомство, покидали его, уходя на поиски пищи, и возвращались в него с добычей, которую делили с остальными обитателями. У некоторых общественных животных —

примитивных термитов, жуков-плоскоходов и галлообразующих тлей и трипсов — отмечена разновидность такого поведения: пищей им служит само гнездо. При этом общий биологический принцип главенствующей роли гнезда в эволюции эусоциальности остается неизменным.

Сходную преадаптацию имеют птенцовые птицы (то есть птицы, у которых взрослые выкармливают беспомощных птенцов). У нескольких таких видов подросшие птенцы остаются с родителями и помогают заботиться о братьях и сестрах. Тем не менее нет ни одной птицы с полноценным общественным образом жизни. Клюва и когтей недостаточно для обращения с орудиями труда или огнем. Волки и гиеновые собаки охотятся стаями, и действия их членов согласованны, как в группах шимпанзе и бонобо, а гиеновые собаки также роют логовища, где живут одна-две самки с многочисленным потомством. Некоторые члены стаи охотятся и приносят часть добытой пищи альфа-самке и щенкам, в то время как другие стерегут логово. Эти во всех отношениях замечательные представители псовых преодолели самый сложный барьер на пути к эусоциальности и тем не менее так и не стали по-настоящему общественными животными. У них нет касты рабочих, их интеллект несопоставим с обезьяньим. Они не умеют изготавливать орудия труда. Их конечности не приспособлены для хватания, у них нет мягких кончиков пальцев. Они остаются четвероногими, зависящими от плотоядных зубов и скрытых в шерсти когтей.

4. У цели

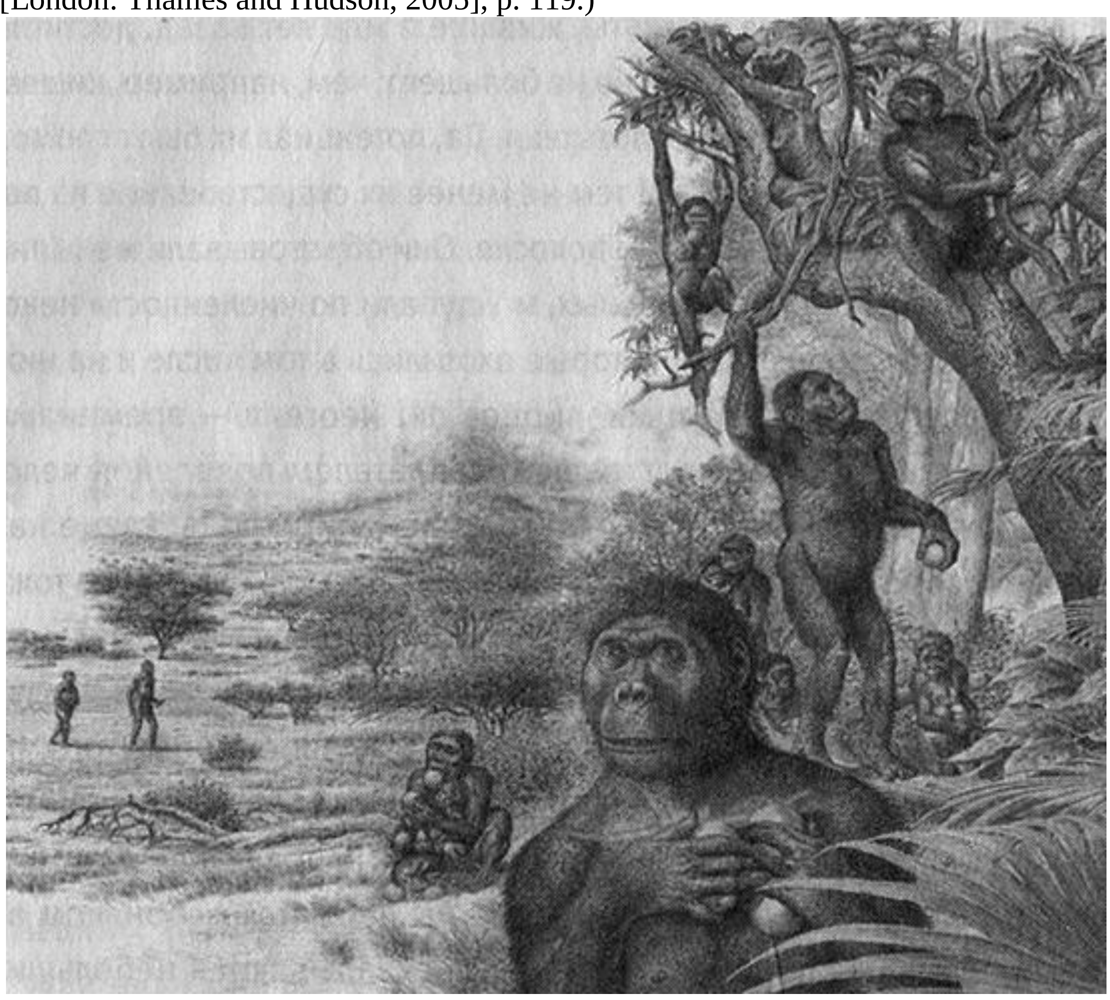
Два миллиона лет назад человекообразные приматы уже расхаживали на длинных задних конечностях по Африке. Судя по генетическому разнообразию, которое можно оценить по разнообразию внешних анатомических признаков, приматы к тому моменту достигли эволюционного успеха. Адаптивная радиация привела к тому, что несколько видов таких приматов существовали одновременно на по крайней мере частично перекрывающихся территориях. Два или три вида были австралопитеками, а еще по меньшей мере три настолько отличались от австралопитеков по размеру мозга и расположению зубов, что современные систематики выделили их в новый род — *Homo*. Они обитали в сложном и многообразном мире, где саванны и саванные редколесья чередовались с приречными галерейными лесами. Австралопитеки были вегетарианцами, их рацион состоял из листьев, плодов, кореньев, клубнеплодов и семян. Виды *Homo* тоже собирали растительную пищу, но ели и мясо — скорее всего, им доставались куски крупной добычи, убитой другими животными, а еще они ловили мелких зверьков, с которыми могли справиться сами. Смена рациона, подтолкнувшая *Homo* в свободный коридор эволюционного лабиринта, сыграла решающую роль в их эволюции.

Человекообразные приматы, жившие 2 млн лет назад, достигли значительного разнообразия, но не большего, чем, например, кишевшие вокруг них антилопы и мартышки. Да, потенциал их был огромен (мы — тому свидетельство). И тем не менее их существование из поколения в поколение висело на волоске. Они образовывали меньшие популяции, чем стада травоядных, и уступали по численности некоторым крупным хищникам, которые охотились в том числе и на них.

На протяжении десяти миллионов лет неогена — временами весьма сурового периода, ставшего свидетелем появления человекообразных приматов, — крупные млекопитающие, такие как человекообразные приматы, возникали чаще, но и вымирали тоже чаще. Мелкие млекопитающие более выносливы в экстремальных условиях, чем крупные звери (и люди). Они могут зарыться в землю, впасть в спячку или продолжительное оцепенение. Кроме того, по оценкам палеонтологов, общественные млекопитающие появляются и вымирают быстрее, чем те, которые не образуют групп. Это связано с тем, что общественные группы держатся особняком во время размножения, в результате чего складываются небольшие популяции, в которых, с одной стороны, быстрее идет генетическая дивергенция (обособление), а с другой — повышается вероятность вымирания.

На протяжении шести миллионов лет, которые отделяли разделение линий шимпанзе и людей и возникновение *Homo sapiens,* события разворачивались в очень быстром темпе и достигли кульминации, когда этот вид вышел за пределы Африки. Пока по Евразийскому континенту с севера на юг ползли ледники, Африка переживала долгий засушливый и относительно холодный период. Значительная часть материка была покрыта полупустынями и пустынями. В это сложное время гибель нескольких тысяч (возможно, даже нескольких сотен) особей могла бы поставить точку в истории *Homo sapiens.* Тем не менее именно это экологическое горнило, через которое были вынуждены пройти гоминиды, позволило *Homo sapiens* перешагнуть границы Африканского континента.

Рис. 4–1. Реконструкция группы Australapithecus afarensis, предшественника и, вероятно, предка человека, обитавшего в Африке от пяти до трех миллионов лет назад. (© John Sibbick. Источник: The Complete World of Human Evolution, by Chris Stringer and Peter Andrews [London: Thames and Hudson, 2005], p. 119.)



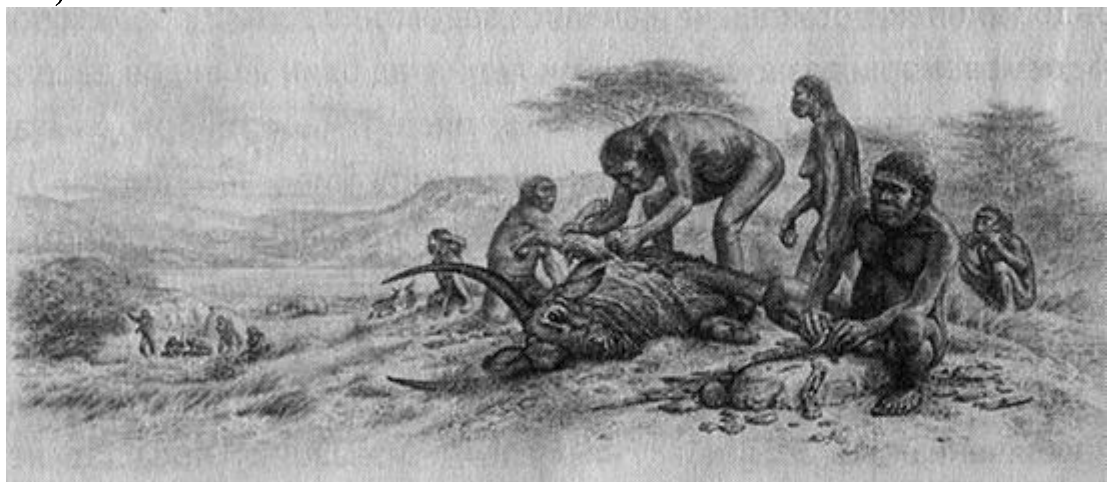
Что же привело к увеличению мозга и повышению уровня интеллекта гоминид, а впоследствии и возникновению основанной на языке культуре? Это, конечно, и есть самый главный вопрос. Австралопитеки уже имели некоторые необходимые преадаптации. И вот один из видов австралопитеков приобрел нечто, что в итоге привело его к мировому господству и потенциально бесконечному существованию на Земле.

Этот поворот, один из очень немногих действительно важных в истории жизни, не произошел мгновенно. Обусловившие его эволюционные изменения начались задолго до того. В промежуток между тремя и двумя миллионами лет назад один из видов австралопитеков начал употреблять в пищу мясо. Точнее говоря, он стал всеядным, дополнив вегетарианскую диету животной пищей. Это изменение произошло на стадии *Homo habilis* (человека умелого) — вида, известного нам по ископаемым останкам из ущелья Олдувай в Танзании, возраст которых составляет 1,8–1,6 млн лет. Хотя до конца не

установлено, был ли человек умелый непосредственным предком человека разумного, по ряду ключевых признаков он представляет собой связующее звено между примитивными австралопитеками и самым ранним из известных видов, которого с большой долей уверенности можно считать непосредственным предком *Homo sapiens.* Мозг *Homo habilis* увеличился по сравнению с австралопитеками (640 см3 против 400–550 см3), но был вдвое меньше, чем у современных людей. Большие коренные зубы уменьшились в связи с употреблением в пищу мяса, а клыки увеличились — возможно, это еще одно свидетельство перехода к плотоядности. По сравнению с обезьяноподобными австралопитеками человек умелый имел более тонкие надбровные дуги и его лицо меньше выдавалось вперед. Извилины лобной доли его мозга складывались в рисунок, похожий на узор извилин у современных людей. Еще одной особенностью, демонстрирующей изменение мозга, направленное к его современному состоянию, стали хорошо развитые выступы поля Брока и некоторые части области Вернике — области, отвечающие у человека разумного за языковую деятельность.

Статус *Homo habilis* и других гоминид, обитавших в Африке в промежутке от трех до двух миллионов лет назад, принципиально важен для анализа человеческой эволюции. Изменения в строении черепа этого вида можно трактовать как начало эволюционного забега к современному состоянию человека. Они отражают не только чисто анатомическое совершенствование, но и коренное изменение образа жизни популяции *Homo habilis.* Попросту говоря, человек умелый был умнее своих соседей — других видов гоминид.

Рис. 4–2. Решающий поворот в эволюционном лабиринте. Homo habilis, изображенный на фоне своих охотничьих угодий, изменил рацион, употребляя больше мясной пищи и используя каменные орудия для разделки туш. (© John Sibbick. Источник: The Complete World of Human Evolution, by Chris Stringerand Peter Andrews [London: Thames & Hudson, 2005], p. 133.)



Почему же одна из линий австралопитеков пошла в этом направлении? Обычно палеонтологи сходятся в том, что изменения африканского климата и растительности способствовали развитию приспособляемости. Данные о расцвете и упадке конкретных видов животных указывают на то, что в промежутке от двух с половиной до полутора миллионов лет назад Африка становилась более засушливой. На большей части континента влажные тропические леса сменялись сухими, а также промежуточным саванным редколесьем, на смену которому приходили степи, а их, в свою очередь, постепенно вытесняли пустыни. Предки австралопитеков могли адаптироваться к этим более суровым условиям за счет более разнообразного рациона. Например, в засушливые периоды они могли при помощи орудий труда выкапывать коренья и корнеплоды и питаться ими. Не приходится сомневаться, что их умственные способности позволяли это. Даже современные шимпанзе в саванном редколесье умеют выкапывать корнеплоды — при помощи коровьих костей, палок и кусков коры.

Австралопитеки, обитавшие на побережье или по берегам внутренних водоемов, могли разнообразить свое меню также за счет моллюсков.

Традиционная точка зрения такова: возможно, в новых суровых условиях преимущество имели носители таких генов, которые умели разнообразить способы спасаться от врагов и побеждать конкурентов в борьбе за пищу и жизненное пространство. Они проявляли изобретательность и умели учиться на чужом опыте. Именно они выживали в трудные времена. Высокая приспособляемость привела к увеличению мозга.

В какой же мере эта хорошо знакомая нам гипотеза повышенной приспособленности склонных к инновациям организмов согласуется с исследованиями других видов животных? На первый взгляд в ее пользу свидетельствует по крайней мере один анализ шестисот видов птиц, которых люди занесли за пределы их ареалов, а значит, в чуждую среду обитания. Да, птицы с более крупным мозгом (по сравнению с размерами их тела) в среднем лучше приспосабливались к новой среде обитания. Некоторые наблюдения говорят и о том, что они проявляли при этом большие ум и сообразительность. Однако было бы преждевременным механически переносить закономерности, выявленные для таких птиц, на историю развития человечества. Птицы, о которых идет речь, внезапно оказались в радикально новой среде обитания. Характер отбора среди них сильно отличался от давления естественного отбора на наших предков-австралопитеков, еще не достигших стадии *Homo habilis.* Эти виды, в отличие от «перемещенных» птиц, эволюционировали постепенно на протяжении многих тысяч лет, и окружающая среда изменялась вместе с ними.

Увеличение площадей лугов и саваннового редколесья — вот то изменение, которое, скорее всего, оказало решающее влияние на эволюцию ранних гоминид. Гораздо легче представить, что гоминиды хорошо приспособились к условиям саванновых ландшафтов, чем что они научились легко переживать изменения, которые происходили в таких ландшафтах или рядом с ними. Все натуралисты, которым доводилось работать в саванном редколесье, знают, какое огромное разнообразие местообитаний таят в себе эти экосистемы. Более или менее разреженные леса внезапно чередуются с открытыми лугами, тут и там рассеченными речками с поросшими лесом берегами и усеянными густыми рощицами на периодически затапливаемых участках. Отдельные компоненты этих экосистем меняются с течением веков, на смену одному приходит второй, потом снова возвращается первый, но относительная частота смены элементов в этом экологическом калейдоскопе гораздо ниже, по крайней мере по меркам поколений животных и экологического времени. Как и любое крупное животное, представитель гоминид должен был занимать участок до 10 км в поперечнике. В доступной гоминидам мозаике местообитаний они могли патрулировать луга в поисках добычи и растительной пищи, а в случае появления хищника убегать в соседние рощицы и прятаться там на деревьях. На открытых участках можно было выкапывать съедобные клубни, в лесах — собирать фрукты и объедать молодые побеги. Лично я подозреваю, что они приспосабливались не к какому-то конкретному из этих участков и не к смене экосистем, а к большей территории и относительному постоянству (в эволюционном масштабе) того лоскутного ковра, в который эти участки складывались.

Возможно, ранние гоминиды жили группами по несколько десятков особей, как это делают наши ближайшие живущие ныне родственники — обыкновенные шимпанзе и бонобо. Может показаться само собой разумеющимся, что если сложное общественное поведение требует относительно крупного мозга, то наличие такого мозга свидетельствует о том, что его обладатель — животное общественное. Если так, то более крупный мозг, возникший в ответ на меняющуюся среду, следовало бы считать предпосылкой к возникновению общественного поведения. Однако когда это предположение было протестировано на большой выборке современных и ископаемых хищников, включая кошек, собак, медведей и куньих, такой корреляции выявлено не было. Если такая зависимость и наблюдалась, она была слабой и носила частный характер, не складываясь в четко выраженную тенденцию. Авторы этого исследования — Дж. Финарелли и Дж. Флинн — пришли к выводу, что «современное распределение энцефализации среди хищников —

результат воздействия комплексных процессов». Иными словами, одновременно сработали сразу несколько факторов.

Так что же запустило быстрое эволюционное увеличение мозга у гоминид, если не приспособление к меняющейся среде обитания? Глубинные изменения строения черепа и зубов говорят о том, что одной из возможных причин был переход к употреблению большего количества мяса, которое постепенно становилось главным источником белка. Это изменение тоже произошло не за один день. Предшественники человека умелого, скорее всего, сначала питались падалью, обгладывая кости крупных животных. Древнейшие известные каменные орудия, грубо обработанные для какой-то цели, появились 6–2 млн лет назад. Их удлиненная форма и острые края, а также царапины на ископаемой кости антилопы заставляют полагать, что эти орудия использовались для того, чтобы отделять мясо от костей крупных животных, а также извлекать костный мозг. Возможно, перед этим приходилось отгонять других желающих полакомиться падалью. На этой стадии эволюции гоминиды, несомненно, были представлены австралопитеками.

Примерно 1,95 млн лет назад, еще на веку *Homo habilis,* но до появления более «современного» на вид *Homo erectus,* потомки человека умелого также поедали черепах, крокодилов и рыб. Вероятно, в их рыбном меню преобладали сомы, которые и сейчас во время засухи часто скапливаются в пересыхающих прудах, где их легко поймать руками. Я сам во время полевых исследований не раз натыкался на почти пересохшие пруды, где можно было без труда наловить сачком десятки рыб и водяных змей (увлеченный этим занятием, я представлял себя в компании вышедших на поиски обеда потомков *Homo habilis* — хотя перед тем, как признать меня за своего, им пришлось бы привыкнуть к моему высокому росту и странной форме головы).

Тем не менее то, что гоминиды охотились и, соответственно, употребляли в пищу полезный для развития мозга животный белок, само по себе не объясняет резкого увеличения размеров мозга. Истинная причина, по-видимому, кроется в том, как именно они охотились.

Современные шимпанзе тоже ловят добычу (в основном, мартышек), удовлетворяя за счет мясной пищи около трех процентов общей потребности в калориях. Современные люди, дай им волю, едят в десять раз больше. Тем не менее даже ради этих несчастных трех процентов шимпанзе образуют организованные группы и прибегают к сложным охотничьим стратегиям. Такое поведение — большая редкость среди приматов. Кроме шимпанзе и человека, вместе охотятся еще только обезьяны-капуцины Центральной и Южной Америки, мозг которых тоже довольно крупный.

Шимпанзе ловят мартышек за счет скоординированных действий членов охотничьей группы, состоящей исключительно из самцов. Мартышку, которую удалось отбить от стаи, загоняют на дерево, по возможности стоящее отдельно. Забравшись на него, один или два шимпанзе сгоняют добычу вниз, а остальные распределяются у соседних деревьев, чтобы, если мартышке удастся на них перепрыгнуть, помешать ей спастись бегством по земле. Пойманную мартышку забивают насмерть (в ход идут и лапы, и зубы). Потом охотники разрывают добычу на части и делят мясо между собой. Небольшими кусочками они неохотно делятся с другими членами группы. Бонобо, ближайшие ныне живущие родственники шимпанзе, ведут себя примерно так же, но у них в охоте участвуют особи обоих полов. Под предводительством самок охота проходит ничуть не менее азартно.

Охота в группах — вообще редкое явление среди млекопитающих. Помимо приматов так охотятся львицы (один или два льва в прайде получают часть добычи, но сами редко принимают участие в охоте), а также волки и гиеновые собаки.

Эволюционная линия шимпанзе отделилась от линии человека примерно шесть миллионов лет назад. До этого у нас были общие предки, так почему же шимпанзе и бонобо не достигли человеческого уровня развития? Возможно, дело в том, что их предки менее серьезно относились к ловле и поеданию живой добычи. Популяции, которые дали начало роду *Homo,* специализировались на потреблении большого количества животного белка. Для успешной охоты был необходим высокий уровень командной слаженности, и дело того

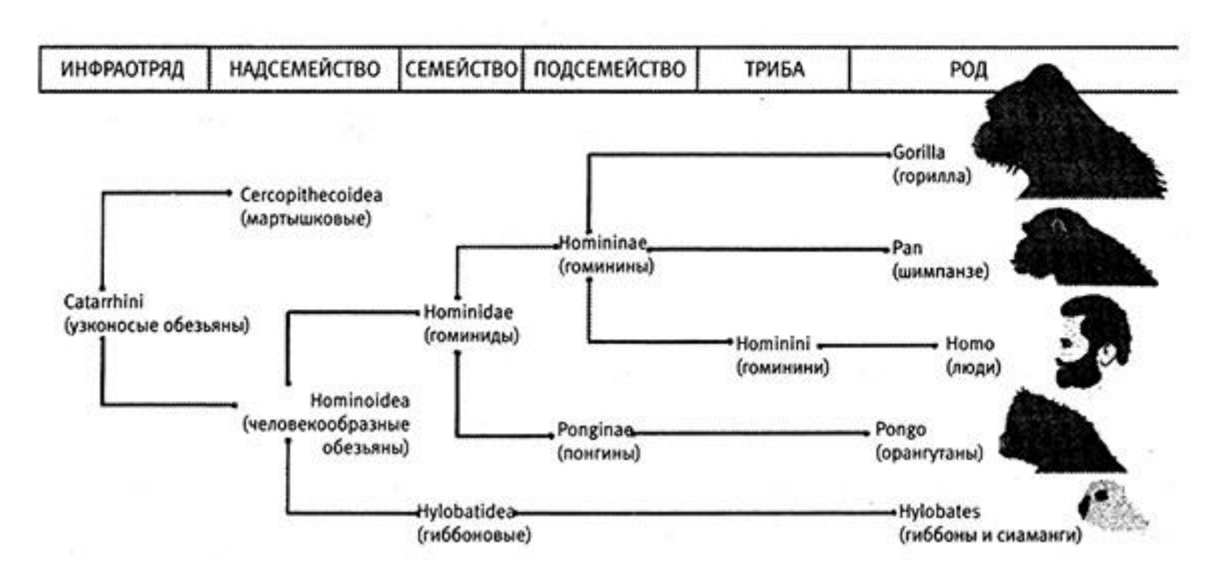
стоило: грамм мяса гораздо выгоднее с энергетической точки зрения, чем грамм растительной пищи. Эта тенденция достигла высшей точки у *Homo neanderthalensis,* сестринского вида *Homo sapiens,* обитавшего в ледниковый период, — в зимнее время года неандертальцы добывали себе пропитание только охотой, в том числе на крупную дичь.

Рис. 4–3. Homo erectus (предположительно непосредственный предок Homo sapiens) прошел два следующих этапа на пути к общественному поведению, характерному для современного человека, а именно: использование стоянок и подчинение огня. (© John Sibbick. Источник: The Complete World of Human Evolution, by Chris Stringerand Peter Andrews [London: Thames & Hudson, 2005], P-137.)



Нам осталось заполнить последний пробел в простейшем эволюционном сценарии, который мог бы объяснить возникновение крупного мозга и сложного общественного поведения у ранних гоминид. Как я уже говорил, все известные животные, достигшие эусоциальности, начинали со строительства защищенного гнезда, откуда совершали вылазки в поисках пищи. Есть пример относительно крупных животных, которые практически не уступают муравьям по степени эусоциальности, — это голые землекопы (*Heterocephalus glaber*), обитающие в Восточной Африке. Они тоже придерживаются принципа защищенного гнезда. Группа, состоящая из расширенной семьи, занимает и защищает систему подземных ходов. У голых землекопов есть «царица» (самка-производительница) и «рабочие», которые физиологически способны к размножению, но не размножаются, пока это делает царица. У них есть даже «солдаты» — землекопы, наиболее активно защищающие гнездо от змей и других врагов. Общественная организация, хотя и несколько иного рода, характерна также для дамарского землекопа (*Fukomys damarensis*) из Намибии. Аналогами голых землекопов среди насекомых являются общественные трипсы и тли, стимулирующие рост галлов на растениях. Эти полые вздутия служат им как гнездом, так и источником пищи.

Рис. 4–4. Терминология и общая концепция, необходимая для понимания эволюции человека. На этом рисунке показано эволюционное древо мартышковых и человекообразных обезьян; рядом с картинками приведены научные и обычные названия обезьян и представителей рода Homo, а слева — названия групп, образованных важнейшими линиями. (Источник (с изменениями): Terry Harrison, «Apes among the tangled branches of human origins», Science 327:532–535 [2010]. Воспроизведено с разрешения: Harrison [2010]. © Science.)



Почему защищенное гнездо играет такую важную роль? Потому что в нем члены группы вынуждены собираться вместе. Им приходится уходить на разведку и поиски пищи, но в конце концов они всегда возвращаются. Шимпанзе и бонобо занимают определенную территорию и защищают ее, но при этом свободно бродят по ней в поисках еды. Возможно, так же вели себя австралопитеки и человек умелый. Шимпанзе и бонобо то делятся на группки, то снова собираются вместе. Они перекрикиваются, сообщая товарищам о деревьях, на которых много плодов, но собранными плодами не делятся. Иногда они охотятся небольшими коллективами. Поймавшие добычу члены группы отдают часть мяса другим охотникам, но этим их щедрость ограничивается. Принципиально важно, что человекообразные обезьяны никогда не собираются у огня.

Поведение хищников на стоянках заметно отличается от поведения бродящих по полям собирателей. На стоянках неизбежно возникает разделение труда: одни ищут пищу или охотятся, другие охраняют место стоянки и защищают детенышей. Им приходится делиться друг с другом пищей, как растительной, так и животной, причем так, чтобы никто не остался в обиде. В противном случае объединяющие их связи ослабнут. Кроме того, и это неизбежно, члены группы постоянно соперничают — за кусок побольше, за партнера, за удобное спальное местечко. В этом непрерывном соревновании преимущество остается за тем, кто умеет распознавать намерения других, кто лучше завоевывает друзей, кто знает, как вести себя с соперниками. Поэтому интеллект всегда ценился очень высоко. Способность к сопереживанию могла сыграть решающую роль, а с развитием этой способности приходит и умение манипулировать сородичами, чтобы склонить их к сотрудничеству или обмануть. Проще говоря, крайне выгодно быть умнее других. Нет сомнения, что группа сообразительных предшественников людей могла разгромить и вытеснить с территории группу тупых и невежественных сородичей, ведь то же самое мы сегодня наблюдаем на примере армий, корпораций и футбольных команд.

Вынужденное единение членов группы на стоянках было не просто очередным шажком по эволюционному лабиринту. Как я объясню чуть позже, именно это событие дало зеленый свет тому этапу эволюции, который привел к возникновению современного *Homo sapiens.*

Рис. 4–5. Генеалогическое древо австралопитеков и примитивных Homo, ведущее к современному человеку. (Источник: Winfried Henke, «Human biological evolution», в книге: Franz M. Wuketits and Francisco J. Ayala, eds., Handbook of Evolution, vol. 2, The Evolution of Living Systems (Including Hominids) [New York: Wiley-VCH, 2005], p. 167. По: D. S. Strait, F. E. Grine, and M. A. Moniz, Журнал эволюции человека 32:17–82 [1997].)

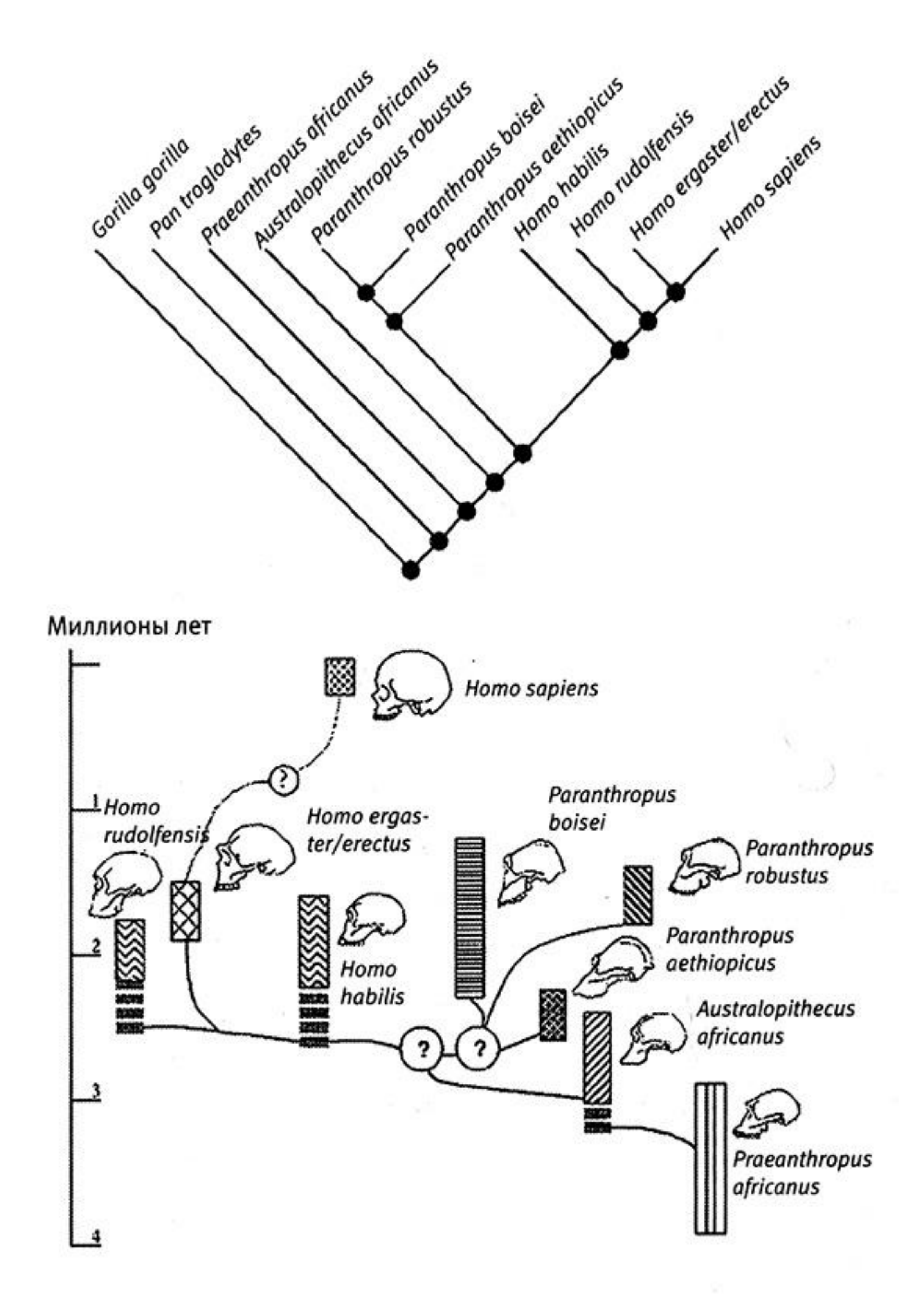
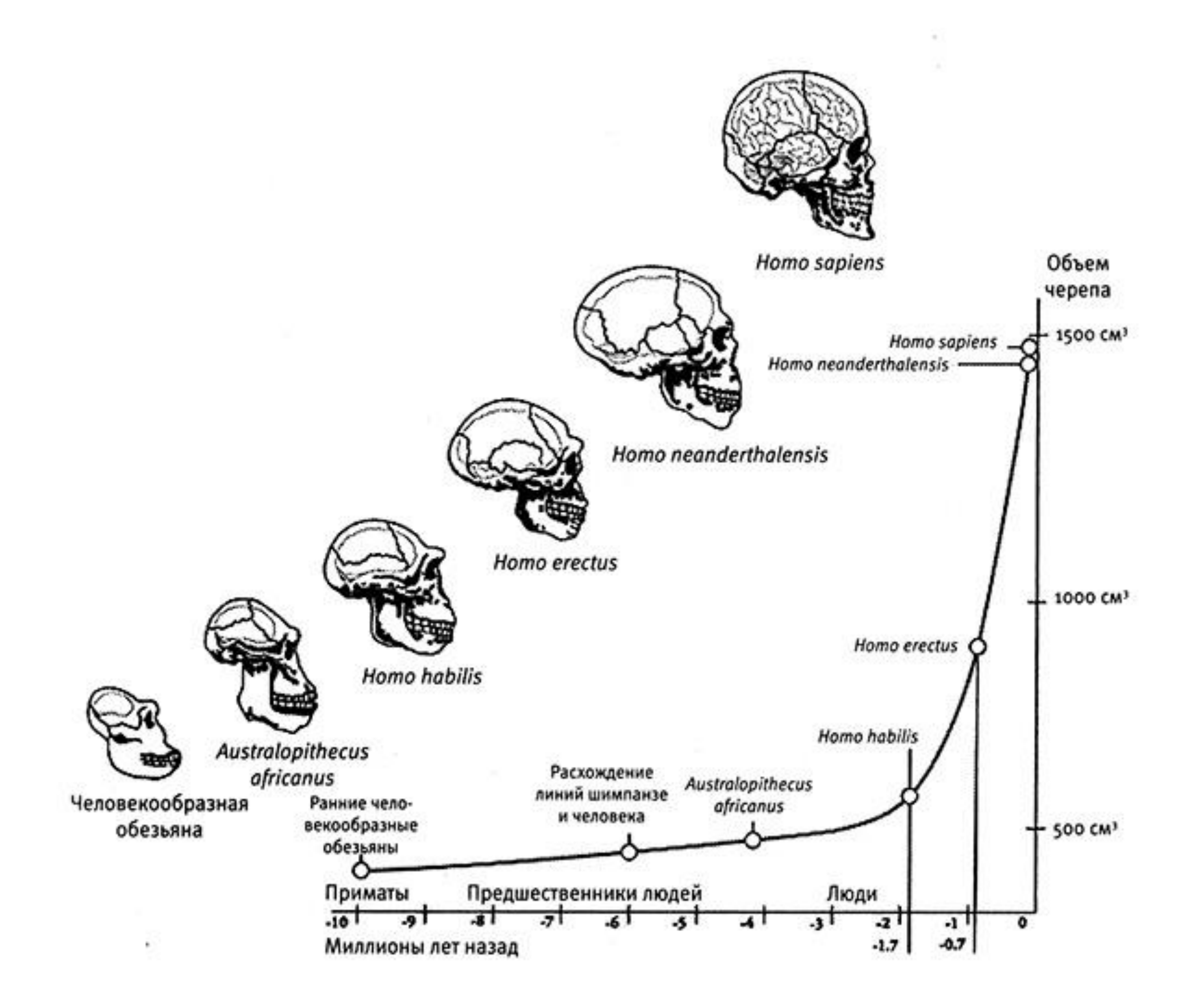


Рис. 4–6. На рисунке изображено, как стремительно увеличивался мозг вплоть до теперешних размеров у современного человека. (Источник (с изменениями): экспонат с выставки «Мозг», Музей естественной истории, Марсель, Франция, 22 сентября — 12 декабря 2004 г.© Patrice Prodhomme, Музей естественной истории, Экс-ан-Прованс, Франция.)



5. Извилистые тропы эволюционного лабиринта

Как и все глобальные научные проблемы, происхождение человека поначалу казалось ученым запутанным клубком сущностей и процессов, частично видимых глазу, частично лишь воображаемых. Некоторые из нитей уходят в глубь времен, и, скорее всего, мы никогда не распутаем клубок до конца. Тем не менее я собрал воедино те фрагменты человеческой эпопеи, по поводу которых исследователи более или менее сходятся во мнениях, и заполнил пустоты между ними обоснованными предположениями. Я считаю, что получившаяся последовательность событий в общих чертах верна или, во всяком случае, лучше всего согласуется с имеющимися данными.

Итак, сегодня уже можно предложить очень неплохое объяснение того, почему человеческая природа единственна и неповторима и почему она так долго формировалась в процессе эволюции. Причина проста — необходимые для ее возникновения преадаптации были крайне маловероятны. Полноценной и независимой адаптацией был каждый эволюционный шаг. При этом он был бы невозможен без одной или нескольких предыдущих преадаптаций. *Homo sapiens* — единственный вид млекопитающих (достаточно крупных для того, чтобы иметь мозг человеческого размера), который прошел весь эволюционный лабиринт, делая повороты в нужном месте.

Первой преадаптацией был образ жизни — на земле, а не на деревьях. Далее необходимо было подчинить себе огонь. Даже самый умный дельфин или осьминог не способен изобрести кузнечный горн — и никогда не сможет построить культуру, которая сконструировала бы микроскоп, расшифровала процесс фотосинтеза и сфотографировала спутники Сатурна.

Вторая преадаптация — большой размер тела. До таких размеров дорастали лишь немногие наземные животные, процент их совсем незначительный. Если взрослое животное весит меньше килограмма, его мозг будет ограничен и не способен к сложным рассуждениям и созданию культуры. Даже если оно обитает на суше, оно не сможет добывать огонь и управлять им. Это одна из причин, по которой муравьи-листорезы, по сложности общественной организации стоящие на втором месте после людей и одной только силой инстинкта возводящие города с системой кондиционирования воздуха и сельскохозяйственными плантациями, за 20 млн лет своего существования не совершили ни одного нового эволюционного скачка.

Следующей преадаптацией были цепкие руки и мягкие пальцы с подушечками, которые по мере развития все более и более ловко обращались с отдельными предметами. Такие конечности ставят приматов особняком среди наземных млекопитающих. Когти и клыки — стандартный инструментарий зверей — плохо годятся для развития технологии. (Фантастам на заметку: если вы обдумываете роман о завоевании Земли пришельцами из космоса, не забудьте снабдить ваших героев цепкими руками — ну или щупальцами, или любыми другими гибкими мясистыми придатками.)

Чтобы выжать из этого преимущества как можно больше, то есть свободно владеть руками и пальцами, кандидатам на роль эусоциальных животных нужно было освободить передние конечности, научившись перемещаться без их помощи. Это произошло довольно рано, еще на стадии наших предполагаемых предков ардипитеков, которые спустились с деревьев, выпрямились и стали ходить исключительно на двух ногах. Никто не сравнится с современными людьми в их способности делать что-нибудь руками. Нами руководит в этом чрезвычайно сильно развитое мышечное чувство. Способность мозга интегрировать информацию от рецепторов на руках находит отражение во всех остальных сферах нашей мыслительной деятельности.

Очередной верный поворот в эволюционном лабиринте — это переход к употреблению в пищу мяса в большом количестве (его источником могла быть как падаль, так и убитые на охоте животные или же и то и другое). Грамм съеденного мяса дает больше энергии, чем грамм растительной пищи. Как только плотоядность оформилась как специализация, удерживать ее стало легче с энергетической точки зрения.

Преимущество сотрудничества в процессе добычи мяса привело к образованию высокоорганизованных групп. Они состояли из родственников, а также приемышей и союзников. Размер группы был ограничен ресурсами конкретного места. Однако большая группа имела явное преимущество в случае неизбежных межгрупповых конфликтов. Склонность объединяться в группы и преимущества такого объединения заметны не только у современных людей, от охотников-собирателей до жителей мегаполисов, но и в некотором смысле у шимпанзе.

Около миллиона лет назад люди подчинили себе огонь — и это еще одно уникальное человеческое достижение. Подхватив горящую головешку в месте удара молнии, они уносили ее в другое место, и это давало огромные преимущества во всех аспектах жизни наших предков. Контроль над огнем позволял добывать больше мяса, ведь с помощью огня можно загонять и убивать нескольких животных сразу. Низовой пожар служил первобытным охотникам чем-то вроде своры охотничьих собак. Более того, погибшие в огне животные были «готовы к употреблению». Для ранних представителей рода *Homo,* лишь недавно ставших плотоядными, термическая обработка мяса, сухожилий и костей имела и несомненные сиюминутные достоинства, и серьезные эволюционные последствия. Несколько позже к употреблению мяса и овощей в обработанном виде подстроились и жевание, и вся физиология пищеварения. Приготовление пищи стало общечеловеческой чертой, а совместные трапезы — универсальным средством общественного единения.

Огонь, который можно было переносить с места на место (сучья и прутья тлеют часами), стал одним из ресурсов наряду с пищей и оружием. Стоянки, где жарилось на огне мясо, оставались на одном и том же месте на протяжении нескольких дней, и их уже имело

смысл защищать — так был сделан следующий важнейший шаг. Такие стоянки, или гнезда, — необходимое условие достижения эусоциальности у всех известных общественных животных. Древнейшие человеческие стоянки и сопутствующие им артефакты относятся к эпохе человека прямоходящего *(Homo erectus)* — преемника *Homo habilis* и предкового вида *Homo sapiens,* по размеру мозга находившегося посередине между ними.

В стоянках у огня зародилось разделение труда. Это произошло не на пустом месте — мощным толчком послужила сложившаяся к тому времени тенденция к самоорганизации групп за счет иерархии подчинения. Разделению труда способствовали и коренные различия между мужчинами и женщинами, между молодежью и стариками. Кроме того, в каждой подгруппе были люди с разными склонностями: потенциальные начальники и подчиненные, путешественники и домоседы. Все это вместе быстро привело к неизбежному результату — сложному разделению труда.

По тому же пути, который привел *Homo erectus* к общественному образу жизни, прошли к тому времени современные шимпанзе и бонобо (за одним исключением — они не научились использовать огонь). Однако благодаря всем нашим уникальным преадаптациям мы готовы были двигаться вперед и оставить наших дальних родственников далеко позади. Большеголовые африканские приматы вышли на стартовую позицию для решающего эволюционного скачка.

6. Творческие силы

Если бы 3 млн лет назад на Землю высадились ученые с какой-нибудь другой планеты, они были бы восхищены пчелами, термитами и муравьями-листорезами, чьи колонии — сверхорганизмы мира насекомых — в то время были, вне всякого сомнения, самыми сложными и экологически успешными общественными системами на Земле.

Возможно, инопланетные ученые также изучили бы африканских австралопитеков — двуногих приматов, чей мозг не отличался по размерам от мозга обычной обезьяны. «Ни у этих, ни у каких-либо других видов позвоночных особых эволюционных перспектив нет, — заключили бы гости из космоса. — В конце концов, животные такого размера существуют уже более 300 млн лет и ничего особенного не произошло. Похоже, общественные насекомые — лучшее, на что способна эта планета».

Давайте представим, что, выполнив возложенную на них миссию, пришельцы улетели к себе домой. Все наблюдения указывали на то, что биосфера Земли стабилизировалась, и их итоговый отчет выглядел бы примерно так: «Маловероятно, что в ближайшие сотни тысяч лет здесь произойдет что-нибудь заслуживающее нашего внимания. Эусоциальные насекомые, ныне доминирующие среди беспозвоночных в наземных экосистемах, были ее венцом на протяжении последних ста тысяч лет, и можно с уверенностью предполагать, что ситуация не изменится и в следующую сотню тысяч лет».

Однако вскоре после отбытия инопланетных гостей на Земле произошло нечто из ряда вон выходящее. Мозг одного из видов австралопитеков начал быстро увеличиваться в размерах. Если во время визита пришельцев он составлял 500–700 см3, через 2 млн лет он вырос до 1000 см3. Еще через 1,8 млн лет он достиг показателя 1500–1700 см3 — вдвое больше, чем у предкового австралопитека. Появился *Homo sapiens* — человек разумный, и в мгновение ока завоевал Землю.

Если бы потомки тех первых инопланетных ученых решили снова заглянуть на Землю в наше время (предположим, что последние 3 млн лет они были заняты изучением более интересных звездных систем), они были бы в шоке от увиденного. Случилось почти невозможное. Один из двуногих приматов не только выжил, но и построил примитивную цивилизацию. Что еще более удивительно (и в то же время страшно), в данный момент он энергично разрушает собственную биосферу.

Несмотря на свою мизерную биомассу (если сложить штабелем всех особей — а их

более семи миллиардов, — они уместились бы в куб с гранью 2 км), новый вид стал силой геофизического масштаба. Он подчинил себе энергию солнца и ископаемого топлива, перенаправил на свои нужды значительную часть запасов пресной воды, подкислил воды Мирового океана и изменил атмосферу до потенциально смертельного состояния. «Нельзя так издеваться над собственной планетой! — воскликнули бы пришельцы. — Надо было прилететь сюда раньше — мы могли бы предотвратить эту трагедию».

Возникновение современного человека было счастливой случайностью — то есть счастливой для нас (и то на некоторое время) и несчастливой для большинства остальных форм жизни (и, к сожалению, навсегда). Все перечисленные преадаптации, послужившие эволюционными шагами на пути к человеческим качествам, могли, сложившись в определенную последовательность, подвести вид крупных млекопитающих вплотную к эусоциальности. Каждой из них разные ученые отводят роль того важнейшего фактора, который и запустил стремительную эволюцию от ранних гоминид к современному человеку. Почти все эти гипотезы отчасти справедливы. Однако ни одна преадаптация не имела смысла сама по себе, но лишь как элемент уникальной цепочки событий — одной из многих возможных и единственной осуществившейся.

Но какая же сила, движущая эволюцию, дала нашим предкам нить Ариадны, при помощи которой они безошибочно прошли весь эволюционный лабиринт? Какие черты окружающей среды и наших предков обусловили «правильную» последовательность генетических изменений?

Рука Господа нашего, скажут верующие. Однако такая работа вряд ли по плечу даже сверхъестественной силе. Чтобы создать человека таким, какой он есть, Богу пришлось бы окропить человеческий геном астрономическим числом генетических мутаций и на протяжении миллионов лет поддерживать среду обитания древних предшественников людей в нужном состоянии. Это все равно что проделать такую работу при помощи генератора случайных чисел. Не божественный замысел, а естественный отбор стал той силой, что провела наших предков по эволюционному лабиринту.

На протяжении полувека серьезные ученые (и я в их числе), искавшие биологическое объяснение происхождения человека, склонялись к тому, что главной движущей силой человеческой эволюции был родственный отбор. На первый взгляд родственный отбор — то есть формирование важных для всей группы свойств, называемых совокупной приспособленностью, — казался исключительно привлекательной, можно даже сказать, соблазнительной гипотезой. Согласно ей, родителей и детей, а также двоюродных братьев, сестер и других непрямых родственников объединяет общая цель, согласованное достижение которой возможно за счет самоотверженных действий по отношению друг к другу. В такой группе альтруизм в среднем действительно выгоден каждому, поскольку если особи имеют общее происхождение, у них много одинаковых генов. Принося себя в жертву, чтобы родственники — носители общих генов — могли жить, альтруист повышает вероятность выживания собственных генов в следующем поколении. Если это повышение более значимо, чем среднее число генов, потерянное из-за невозможности передать свои гены непосредственному потомству, то альтруизм выгоден и тогда складываются условия для возникновения общества. Поведение, направленное на самопожертвование ради родственников, отчасти проявляется в разделении общества на размножающиеся и неразмножающиеся касты.

К сожалению, основы общей теории совокупной приспособленности, основанные на принципах родственного отбора, обрушились на наших глазах, а подкреплявшие ее факты, как теперь понятно, в лучшем случае допускали двоякое истолкование. Эта замечательная теория (которая, честно говоря, и прежде не слишком хорошо объясняла материал) ныне обратилась в прах.

Другое объяснение происхождения общественных насекомых с одной стороны и человеческих обществ — с другой предлагает новая теория общественной эволюции, разработанная отчасти мной и биологами-теоретиками Мартином Новаком и Кориной

Тарнита, отчасти усилиями других исследователей. У муравьев и других эусоциальных беспозвоночных процесс эволюции понимается не как родственный или групповой отбор, а как отбор на индивидуальном уровне по линии матки (у муравьев и других перепончатокрылых); при этом каста рабочих особей является как бы продолжением фенотипа матки. Такой эволюционный путь возможен потому, что на ранних стадиях колониальной эволюции матка отселяется далеко от родной колонии и самостоятельно создает членов новой. У людей же новые группы образуются и всегда образовывались принципиально иным путем — во всяком случае, так считаю я и некоторые другие ученые, и наша интерпретация основана на данных сравнительной биологии. Эволюционной динамикой людей движут как индивидуальный, так и групповой отбор. Первое описание этого многоуровневого процесса мы находим в «Происхождении человека» Чарльза Дарвина:

> «Если бы, например, какой-нибудь один член племени, более одаренный, чем все другие, изобрел новую западню, оружие или какой-либо новый способ нападения или защиты, то прямая личная выгода, без особого вмешательства рассуждающей способности, заставила бы других членов общества подражать ему; таким образом, выиграли бы все. С другой стороны, привычное упражнение в новом искусстве должно было, в свою очередь, развивать до некоторой степени умственные способности. Если новое изобретение было важно, то племя должно было увеличиться в числе, распространиться и вытеснить другие племена. В племени, которое стало многочисленнее вследствие таких причин, будет всегда более шансов для рождения других одаренных и изобретательных членов. Если такие люди оставят детей, которые могли бы наследовать их умственное развитие, то шансы для рождения еще более одаренных членов несколько возрастут, а в маленьком племени положительно поднимутся. Даже в том случае, если эти люди не оставят потомков, в племени будут все-таки находиться их кровные родственники; а из опыта сельских хозяев известно, что можно получать желаемые особенности при тщательном разведении животных из семьи убитой особи, в которой по смерти оказались ценные качества»[4].

Многоуровневый отбор складывается из взаимодействий между силами отбора, действующими на признаки отдельных особей и группы в целом. Эта теория призвана заменить традиционную точку зрения, основанную на генеалогическом родстве или каком-либо ином показателе генетического сходства. Кроме того, Мартин Новак предлагает рассматривать новую теорию как альтернативу многоуровневому отбору в случае общественных насекомых. В рамках такого подхода оказывается возможным свести все многообразие проявлений процесса отбора к его эффекту на геном каждого члена колонии и его непосредственных потомков. Важно, что получаемый результат не зависит от степени родства членов колонии, за исключением родства между родителями и их потомством.

Судя по археологическим данным и поведению современных охотников-собирателей, предшественники *Homo sapiens* формировали высокоорганизованные группы, соперничавшие за территорию и другие дефицитные ресурсы. В общем, можно ожидать, что соперничество между группами влияет на генетическую приспособленность каждого из членов группы (то есть меняет представленность потомства каждого члена группы в будущих поколениях), при этом оно может как повышать, так и понижать ее. Приспособленность группы может в целом увеличиться (например, во время войны или введения жесткой диктатуры), но приспособленность конкретных членов группы при этом может снижаться или исчезнуть вовсе (например, человек погибает или калечится). Если считать человеческие группы примерно равными по уровню вооружения и технологическому оснащению, а на протяжении сотен тысяч лет существования

---

[4] *Ч. Дарвин.* «Происхождение человека и половой отбор». Пер. И. М. Сеченова (1896 г.).

примитивных обществ это так и было, можно ожидать, что исход конкуренции между ними в основном определялся особенностями общественного поведения в пределах групп. К числу таких особенностей относятся размер группы, степень ее сплоченности, а также качество обмена информацией и разделения труда между ее членами. В некоторой степени эти особенности наследуются; другими словами, степень их изменчивости отчасти связана с генетическими различиями между членами группы, а значит, и между группами. Генетическая приспособленность каждого члена группы — то есть число оставленных им плодовитых потомков — определяется соотношением цены, которую он платит за принадлежность к группе, и выгоды, которую он от этой принадлежности получает. Эти цена и выгода также включают одобрение или осуждение поведения человека его сородичами. С тем, чье поведение одобряют, расплачиваются взаимностью — как напрямую, так и косвенно, а косвенными проявлениями взаимности служат доверие и хорошая репутация. Успех деятельности группы как целого зависит от слаженности действий ее участников независимо от того, насколько одобряется или осуждается поведение каждого конкретного индивида.

Генетическая приспособленность человека является следствием как индивидуального, так и группового отбора. Однако это справедливо только по отношению к мишени отбора. Вне зависимости оттого, являются такими мишенями признаки индивида, действующего в своих собственных интересах, или интерактивные признаки, проявляющиеся на уровне группы и работающие в ее интересах, в конечном счете изменения затрагивают генетический код организма. Если жизнь в группе станет менее выгодной, чем одиночное существование, эволюция будет подталкивать особь к выходу из группы или к обману. В конечном итоге эта тенденция может привести к распаду общества. Если же личная выгода от принадлежности к группе поднимется выше определенного уровня (или, напротив, если эгоистичные лидеры каким-то образом сумеют склонить общество к службе их собственным корыстным интересам), члены общества будут склонны к альтруизму и послушанию. Поскольку все нормальные члены человеческих обществ, как правило, способны к размножению, в организации таких обществ заложено неотъемлемое и непоправимое противоречие между естественным отбором на уровне особей и отбором на уровне группы.

Аллели (варианты конкретного гена), способствующие выживанию и размножению отдельных индивидов за счет сородичей, всегда находятся в конфликте с аллелями тех же, а также других генов, благоприятствующих альтруизму и единству. Эгоизм, трусость и обман играют на руку «индивидуалистским» аллелям и снижают долю поощряемых групповым отбором аллелей «альтруистичных». Этим разрушительным наклонностям «противостоят» аллели, подталкивающие к актам героизма и самопожертвования. Признаки, благоприятствующие сообществу в целом, обычно проходят самое суровое испытание во время конфликтов с враждебными группировками.

Поэтому неудивительно, что набор генов, способствующий общественному поведению людей, обернулся двуликим Янусом. С одной стороны, он «нашептывает» индивиду поведение, ведущее к личному успеху. С другой обусловливает признаки, помогающие сообществу, к которому принадлежит данный индивид, одержать победу в межгрупповой борьбе.

В истории жизни на Земле всегда господствовал естественный отбор на индивидуальном уровне, стратегически направленный на получение максимального количества половозрелого потомства. Диктуемые им физиологические и поведенческие особенности животных вели к одиночному существованию или в крайнем случае к членству в слабо организованных группах. Эусоциальность, при которой животные ведут себя противоположным образом, возникала редко потому, что групповой отбор должен быть исключительно мощным, чтобы индивидуальный отбор ослабил хватку. Только тогда групповой отбор может в обход индивидуального отбора внедрить в физиологию и поведение членов группы элементы кооперации.

С такими же проблемами столкнулись предки муравьев и других общественных

насекомых (муравьев, пчел и ос). Они ловко обошли их, выработав в процессе эволюции исключительную пластичность некоторых генов. Хотя рабочие-альтруисты принципиально отличаются как друг от друга, так и от матки по физиологическим и поведенческим особенностям, гены, отвечающие за физиологию и поведение, одни и те же и у матки, и у рабочих особей. Отбор по-прежнему происходит на индивидуальном уровне — от матки к матке. Но также продолжается групповой отбор, «стравливающий» разные колонии. Этот кажущийся парадокс легко разрешим. Когда речь идет о формировании общественного поведения, для естественного отбора колония представляется одной лишь маткой и ее фенотипическими копиями. В то же время групповой отбор способствует генетическому разнообразию других частей генома рабочих особей, чтобы помочь защитить колонию от болезней. Это разнообразие обеспечивает самец, с которым спаривается матка.

В этом ракурсе генотип каждой пчелы или муравья — генетическая химера, игра природы. Он содержит гены, общие для всех членов колонии, из которых «лепятся» разные касты, и гены вариабельные, защищающие всю колонию от болезней.

Млекопитающие не могли прибегнуть к подобным ухищрениям, так как их жизненный цикл коренным образом отличается от жизненного цикла насекомых. На ключевом этапе размножения самка млекопитающих не может покинуть территорию, на которой родилась. Фактически она привязана к своей группе; все, что она может, — это перейти в соседнюю, — распространенное, но строго контролируемое явление среди животных и людей. Напротив, самка насекомого после спаривания может переместиться на очень большое расстояние от родного гнезда, унося с собой сперму в сперматеке, словно карманного самца. Дать начало новой колонии она может совершенно самостоятельно и где угодно.

У млекопитающих и других позвоночных групповому отбору редко случалось восторжествовать над индивидуальным, и даже если он одерживал победу, она не была — и никогда не будет — полной и окончательной. На пути к этому стоит непреодолимая преграда — основы их жизненного цикла и структуры популяции. На подмостках общественной эволюции никогда не сыграют пьесу, в которой млекопитающие полностью уподобятся насекомым.

Можно предположить, что в случае людей эволюционный процесс, в котором сочетаются индивидуальный и групповой отбор, должен иметь следующие последствия:

- Острая конкуренция между группами, часто выливающаяся в территориальную агрессию.
- Неустойчивый состав групп: преимущества увеличения группы за счет иммиграции, «обращения в свою веру» и завоевания противопоставлены потенциальным преимуществам узурпации власти в пределах группы и ее распада на несколько мелких групп.
- Неизбежная и непрестанная война между честью, благородством и долгом (плодами группового отбора) и эгоизмом, трусостью и лицемерием (плодами индивидуального отбора).
- В эволюции общественного поведения человека важнейшую роль играло совершенствование умения быстро и точно угадывать чужие намерения.
- Существенная часть человеческой культуры берет начало в противоборстве индивидуального и группового отбора, и это особенно хорошо заметно на примере искусства.

Подведем итог: человеческая природа — весьма своеобразное варево, долго кипевшее в эволюционном котле. Худшее в ней неразрывно — и навечно — смешалось с лучшим. Отделить одно от другого, даже если бы это было возможно, означало бы утратить нашу человеческую сущность.

7. Человеку нужно племя

Объединяться в группы, черпая в единении душевный комфорт и гордость, ревностно защищать свою группу от нападок со стороны — все это абсолютные и непреложные

характеристики человеческой природы и, следовательно, культуры.

Границы таких объединенных общей целью сообществ тем не менее достаточно расплывчаты. Как правило, в них входят семьи на правах подгрупп, но преданность другим группировкам нередко вызывает семейный раскол. Под вопросом может оказаться и лояльность союзников, наемников, новобранцев или, наоборот, ветеранов, а также перебежчиков из враждебных групп. Каждый член сообщества получает возможность самоидентификации и некоторые права. С другой стороны, «заработанные» им моральные и материальные блага «повышают рейтинг» его товарищей.

С психологической точки зрения современные группы — аналоги исторических и доисторических племен. Это значит, что они уходят корнями к коллективам предшественников людей. Связующий группу инстинкт — биологический продукт группового отбора.

Человеку нужно племя. Это дает ему дополнительную возможность самоидентификации и социальный статус в хаотическом мире. Мир становится понятнее и безопаснее. Общественное окружение современного человека — уже не единое племя, а система взаимодействующих племен, и сориентироваться в ней бывает непросто. Людям нравится быть в компании единомышленников, и они не жалеют сил, чтобы попасть в самую лучшую группу, будь то полк морской пехоты, элитный колледж, правление компании, религиозная секта, студенческое братство или клуб садоводов-любителей. Главное, чтобы эта группа выгодно выделялась на фоне остальных групп той же категории.

Современные люди, в какой-то мере осознавшие опасность войны или, во всяком случае, остерегающиеся ее последствий, все чаще ищут ей замену в командных видах спорта. Наблюдая за победой «своих» на ритуальных полях сражений, они утоляют жажду принадлежности к успешной группе. Они предвкушают футбольные матчи с не меньшим энтузиазмом, чем те добропорядочные, прилично одетые вашингтонцы, которые вышли смотреть на первое сражение при Булл-Ран во время Гражданской войны. Форма и атрибутика любимой команды, кубки и флаги, танцы полуобнаженных девушек-чирлидеров зажигают сердца болельщиков. Чтобы поддержать своих, фанаты наряжаются в невообразимые костюмы и размалевывают собственные лица, а после победы устраивают триумфальные шествия. В пылу матча и последующих безумных торжеств многие болельщики, особенно молодежь, напрочь забывают о приличиях. Когда июньским вечером 1984 года в заключительном матче чемпионата НБА «Бостон Селтикс» одержала победу над «Лос-Анджелес Лейкерс», члены команды в экстазе скандировали: «Кельты лучше всех!» Присутствовавший при этом социальный психолог Роджер Браун заметил: «Лучше всех чувствовали себя не только игроки, но и их болельщики. Весь Норт-энд был в экстазе. Толпы фанатов повалили на улицу со стадиона и из близлежащих баров. Обезумевшие поклонники „кельтов“ истошно вопили, воздевали к небу руки, выделывали умопомрачительные акробатические номера. У какой-то машины оторвали крышу, и человек тридцать забрались внутрь, а владелец, один из фанатов, только улыбался до ушей. По кварталу медленно двигался импровизированный парад оглушительно сигналящих автомобилей. Не думаю, что фанаты просто выражали восхищение своей командой или сопереживали ее успеху. Нет, каждый из них чувствовал, что это его личный успех. В ту ночь самолюбие болельщиков вознеслось до невероятных высот и чувство социальной идентичности всколыхнуло множество отдельных личностей».

Затем Браун добавляет очень важную вещь: «В отождествлении со спортивной командой есть что-то от произвольности минимальных групп. Чтобы болеть за „Бостон Селтикс“, вовсе не нужно родиться в Бостоне или даже жить в нем; не нужно быть бостонцем и для того, чтобы играть за нее. Не исключено, что многие болельщики, да и сами игроки друг друга терпеть не могут. Но когда на передний план выступило отношение к любимой баскетбольной команде, их сердца бились в унисон».

Многолетние эксперименты социальных психологов показали, насколько быстро и решительно люди делятся на группы — и тут же начинают отдавать предпочтение той, в

которой оказались. Предвзятое мнение в пользу «своих» мгновенно возникало даже в тех случаях, когда экспериментаторы распределяли людей по командам случайным образом (и потом давали им названия, чтобы участники могли себя отождествлять), а команды взаимодействовали по самым заурядным поводам. Чем бы ни занимались подопытные — играли в карты с грошовыми ставками или выбирали, какие абстрактные художники им больше нравятся, — они неизменно ставили свою группу выше чужой. Они были склонны считать оппонентов менее симпатичными, менее честными, менее достойными доверия и менее компетентными. Участники не избавлялись от предубеждений даже после того, как узнавали, что группы были сформированы случайным образом. В одной серии таких экспериментов испытуемые должны были поделить горки жетонов между анонимными участниками двух команд. Результат оказался таким же — членам «своей» группы всегда доставалось больше даже при полном отсутствии каких бы то ни было стимулов.

Тенденция образовывать группы (а затем отдавать предпочтение членам своей) настолько сильна и универсальна, что невозможно не заметить на ней клеймо инстинкта. Можно возразить, что предпочтение «своих» обусловлено тем, что ребенка с детства учат держаться вместе со своей семьей и играть с соседскими детьми. Но даже если этот ранний опыт и играет определенную роль, он служит лишь примером того, что психологи называют подготовленным научением — врожденной предрасположенностью к быстрому и полноценному овладению каким-то конкретным навыком. Если предрасположенность к предпочтению своей группы характеризуется всеми этими признаками, она, скорее всего, передается по наследству, а если так, можно с уверенностью предполагать, что она возникла в эволюции путем естественного отбора. В репертуаре человеческих навыков яркими примерами подготовленного научения служат также овладение языком, избегание инцеста и приобретение фобий.

Если групповое поведение действительно является инстинктом, выражающимся в наследуемом подготовленном научении, то его проявления должны быть заметны у самых маленьких детей. И действительно, когнитивные психологи описали именно такой феномен. Новорожденные младенцы наиболее чувствительны к первым услышанным звукам, к лицу матери, к звучанию родного языка. Чуть позже они охотнее следят глазами за теми людьми, которые раньше говорили при них на их родном языке. Дошкольники предпочитают дружить со сверстниками, которые говорят на том же языке, что и они сами. Такой избирательный подход проявляется задолго до того, как ребенок понимает значение сказанного, и не исчезает даже в тех случаях, когда он полностью постигает смысл речи на неродном языке.

На более высоком уровне стихийная склонность образовывать группы и получать глубокое удовлетворение от принадлежности к своей легко перерастает в межплеменную вражду. Люди вообще склонны к этноцентризму. Печально, но факт: люди предпочитают общаться с представителями своей расы, нации, клана или религии, даже если общение с «чужаками» ничем не осложнено и ничем им не грозит. «Своим» доверяют, со «своими» проще иметь дело на работе и приятнее расслабляться в свободное время, именно среди «своих» люди чаще всего выбирают себе супругов. Новость о том, что «чужаки» ведут себя нечестно или пользуются незаслуженными благами, тут же вызывает вспышку праведного гнева. А как быстро разгорается ненависть при посягательстве на свою территорию или ресурсы! Литература и история пестрят примерами того, к чему может привести межплеменная вражда. Возьмем, например, следующий отрывок из Ветхого Завета[5]:

> «И перехватили Галаадитяне переправу чрез Иордан от Ефремлян, и когда кто из уцелевших Ефремлян говорил: „позвольте мне переправиться“, то жители Галаадские говорили ему: не Ефремлянин ли ты? Он говорил: нет. Они говорили ему „скажи: шибболет“, а он говорил: „сибболет“, и не мог иначе выговорить.

[5] Книга Судей Израилевых 12: 5–6.

> Тогда они, взяв его, закололи у переправы чрез Иордан. И пало в то время из Ефремлян сорок две тысячи».

Когда в экспериментах черным и белым американцам на очень короткое время показывали фотографии людей другой расы, у них мгновенно активировался в мозгу центр страха и гнева — амигдала, или, по-другому, миндалина, и это происходило так быстро и прицельно, что мозговые центры, ответственные за сознательный контроль, просто не успевали зарегистрировать эту реакцию. Испытуемый, в сущности, был не властен над собой. С другой стороны, когда им показывали ту же фотографию в определенном контексте — например, приближающийся чернокожий американец оказывался врачом, а белый — его пациентом, — включавшиеся в мозгу передняя поясная извилина и некоторые части лимбической системы — зоны, связанные с центрами обучения, — успешно «гасили» сигнал от миндалины.

Таким образом, разные отделы мозга, эволюционируя под давлением группового отбора, привели к появлению группового эгоизма. Они опосредуют жестко запрограммированную врожденную склонность принижать «чужих» или, напротив, подавляют ее неподконтрольные моментальные проявления. В удовольствии от жестоких боксерских матчей или фильмов про войну нет или почти нет привкуса вины, если их восприятие определяется только миндалиной (и если в конце «враги», ко всеобщей радости, стерты с лица земли).

8. Война — наследственное проклятье человечества

«История — это кровавый чан», — писал в 1906 году Уильям Джемс[6] в своем эссе «Моральный эквивалент войны» — пожалуй, лучшем антивоенном произведении из когда-либо написанных. «В наше время война обходится так дорого, — продолжает он, — что мы чувствуем, что торговать было бы выгоднее, чем грабить, однако современный человек в полной мере унаследовал от предков неуживчивость и жажду славы. Сколько ни показывай ему иррациональность и ужасы войны, толку — ноль. Именно ужасы его и притягивают. Война — вот настоящая жизнь, жизнь *in extremis* [7]; только лишь военный налог люди платят без лишних раздумий, как мы видим на примере бюджета всех без исключения стран».

В контексте современной биологии можно смело утверждать, что наша врожденная кровожадность — следствие принципа «свои против чужих», сделавшего нас такими, какие мы есть. В доисторическую эпоху групповой отбор подхватил гоминид, ставших территориальными хищниками, и поднял их до головокружительных высот солидарности, гениальности и предприимчивости. А также страха. Каждое племя знало наверняка, что, если оно не будет вооружено и готово к бою, само существование племени будет поставлено под угрозу. На протяжении всей истории человечества технический прогресс по большей части был направлен именно на разработку средств ведения войны. В наше время календари разных стран пестрят красными днями, когда празднуют победы и поминают погибших. Эмоциональный призыв к смертельной схватке — лучший способ заручиться общественной поддержкой, ведь тогда бал правит миндалина. Мы «боремся» с раком, «сражаемся» с нефтяными разливами, «объявляем беспощадную войну» инфляции. Там, где есть противник, одушевленный или неодушевленный, должна быть и победа. Нужно одолеть врага на передовой, чего бы это ни стоило тылу.

Для развязывания настоящей войны годится любой предлог, если есть угроза

---

[6] Уильям Джемс (William James) (1842–1910) — американский философ и психолог, один из основателей и ведущий представитель прагматизма и функционализма. — *Примеч. ред.*

[7] Здесь: «на краю смерти» (дот.).

безопасности племени. Воспоминания о прошлых кошмарах никого не останавливают. С апреля по июнь 1994 г. в Руанде убийцы, принадлежавшие к народности хуту, систематически истребляли тутси — представителей этнического меньшинства, составлявших в то время правящую верхушку. За сто дней непрерывной резни и стрельбы погибли 800 000 человек, в основном тутси. Население Руанды сократилась на 10 %. Когда наконец бойню удалось остановить, 2 млн хуту покинули страну, опасаясь возмездия. У этой кровавой истории были определенные политические и социальные причины, но все они коренились в одном — Руанда была самой перенаселенной африканской страной. При неуклонном демографическом росте количество пахотных земель на душу населения стремительно сокращалось. Суть кровавого конфликта сводилась к тому, какое племя будет контролировать всю землю целиком.

До начала геноцида тутси стояли у руля власти. Бельгийские колонисты считали их более развитым племенем и всячески потворствовали им. Разумеется, тутси полностью разделяли мнение о своем превосходстве и относились к хуту как к низшим существам (притом что они говорят на одном языке). Хуту же видели в тутси захватчиков, сотни лет назад переселившихся в Руанду из Эфиопии. Многим убийцам были обещаны земли убитых соседей. Бросая в реку тела врагов, хуту провожали их издевательскими пожеланиями счастливого пути домой, в Эфиопию.

Обособившись и утратив представления о гуманности, конкретная группа может оправдать любые зверства в отношении другой группы любого размера, вплоть до уровня расы и нации. Во времена Большого террора в годы сталинизма более трех миллионов жителей советской Украины умерли от организованного голода зимой 1932–1933 годов. Чуть позже, в 1937 и 1938 годах, в Советском Союзе «по политическим мотивам» было расстреляно 681 692 человека, более 90 % которых составляли якобы сопротивлявшиеся коллективизации крестьяне. Спустя короткое время СССР в целом понес огромные потери в результате фашистского вторжения, зверства которого мотивировались необходимостью подчинить славян — людей низшего порядка — и захватить земли для «чистой» арийской расы.

Если не находилось другого повода развязать захватническую войну, всегда оставался Бог. Не что иное, как божья воля привела крестоносцев в Левант, арабский восток Средиземноморья. Они запаслись наперед папскими индульгенциями. И шли под знаком креста с требованием возвращения христианам так называемого Честного и Животворящего Креста Господня. В ходе осады Акры в 1191 г. Ричард I Львиное Сердце подвел 2700 пленных мусульман к полю битвы, а затем отрубил им головы на глазах у их предводителя Саладина. Говорят, что таким образом английский монарх хотел продемонстрировать Саладину свою железную волю, но ничуть не менее вероятно, что он просто не хотел вновь встретиться с отпущенными на свободу пленниками в бою. Как бы то ни было, конечной целью этого террора было намерение отнять у мусульман землю и другие ресурсы и передать их христианскому миру.

Затем пришел черед ислама. Турками-османами, осадившими Константинополь при султане Мехмеде II в 1453 году, тоже двигали религиозные мотивы. Пока турки стягивали силы на площадь перед Святой Софией, набившиеся в храм христиане в отчаянии молились Святой Троице и всем святым. Их молитвы не были услышаны. В тот день Бог был на стороне мусульман, и те из христиан, которые не погибли от турецких мечей, были проданы в рабство.

Тесную связь между человеческим и божественным насилием в авраамических религиях единобожия ярко выразил Мартин Лютер в своем эссе «Могут ли воины обрести Царство Небесное» (1526).

> «Но разве ты не принимаешь в расчет, что мир зол, а люди не хотят жить мирно: разбойничают, воруют, убивают, растлевают женщин и детей, покушаются на честь и имущество? Этому общему мировому раздору, при котором не может уцелеть ни один человек, должен препятствовать маленький раздор, который

> называется войной или мечом. И Бог ценит меч так высоко, что называет его Своим Собственным установлением и не хочет, чтобы говорили или питали иллюзию, будто бы его изобрели или учредили люди. Поэтому рука, которая держит и применяет такой меч, уже не человеческая, а Божья рука, и не человек, а Бог вешает, колесует, обезглавливает, душит и воюет. Все это — Его дела и Его Суд»[8].

И так было всегда. Согласно греческому историку Фукидиду, во время Пелопонесской войны афиняне стали принуждать жителей острова Мелос, прежде сохранявших нейтралитет, прекратить поддерживать Спарту и перейти на сторону афинян. Послы двух сторон встретились, чтобы обсудить вопрос. Афиняне объясняют, какую судьбу уготовили боги людям: «Более сильный требует возможного, а слабый вынужден подчиниться». Мелосцы говорят, что «было бы величайшей низостью и трусостью не испробовать все средства спасения, прежде чем стать рабами» и высказывают намерение уповать в том числе и на справедливость богов. Афиняне отвечают: «…о богах мы предполагаем, о людях же из опыта знаем, что они по природной необходимости властвуют там, где имеют для этого силу. Этот закон не нами установлен, и не мы первыми его применили. Мы лишь его унаследовали и сохраним на все времена. Мы уверены также, что и вы (как и весь род людской), будь вы столь же сильны, как и мы, несомненно, стали бы также действовать. Итак, со стороны божества у вас, полагаем, нет оснований опасаться поражения». Однако мелосцы не отказались от сопротивления, и афиняне вскоре завоевали остров. Невозмутимым тоном Фукидид сообщает: «Афиняне перебили всех взрослых мужчин и обратили в рабство женщин и детей. Затем они колонизовали остров, отправив туда 500 поселенцев»[9].

Безжалостного темного ангела человеческой природы символизирует известная притча о скорпионе и лягушке. Скорпион просит лягушку перевезти его на другой берег ручья. Лягушка вначале отказывается, опасаясь, что скорпион ужалит ее. Скорпион уверяет, что не сделает ничего подобного. «В конце концов, — говорит он, — если я тебя ужалю, мы оба погибнем». Довод кажется лягушке разумным, и она соглашается. На середине ручья скорпион все же жалит лягушку. «Зачем ты это сделал?» — восклицает захлебывающаяся лягушка. «Такова уж моя природа», — отвечает скорпион.

Не следует считать войну и нередко сопутствующий ей геноцид случайным культурным явлением, характерным для отдельных человеческих обществ. Не является она и исторической аберрацией, неизбежным побочным продуктом мучительного взросления человека как биологического вида. Война и геноцид — общечеловеческие и вневременные явления; ни одна эпоха и ни одна культура не были свободны от них. После Второй мировой войны число вооруженных конфликтов между государствами резко уменьшилось, не в последнюю очередь благодаря ядерному противостоянию крупнейших держав. Однако гражданские войны, восстания, государственный терроризм не прекращаются. На смену большим войнам пришли войны малые, во многом похожие на стычки охотников-собирателей или примитивных земледельцев. Цивилизованные страны неустанно борются против пыток, казней и убийств мирного населения, но тем, кто ведет малые войны, на принципы международного права наплевать.

Рис. 8–1. Для индейцев майя война была образом жизни, что показывают настенные фрески в Бонампаке (Мексика), ок. 800 г. н. э. (Источник: Thomas Hayden, «The roots of war», U.S. News & World Report, 26 April 2004, pp. 44–50. Фотография: Enrico Ferorelli. Компьютерная реконструкция: Doug Stern. National Geographic Stock.)

---

[8] Пер. Ю. А. Голубкина.

[9] *Фукидид.* История. / Пер. Г. А. Стратановского.



В процессе раскопок археологи постоянно натыкаются на следы массовых конфликтов. Многие грандиозные сооружения в свое время играли оборонительную роль: Великая Китайская стена, пересекающий северную Англию вал Адриана, великолепные замки и крепости Европы и Японии, скальные жилища древних пуэбло, крепостные стены Иерусалима и Константинополя. Даже афинский Акрополь изначально был городской крепостью.

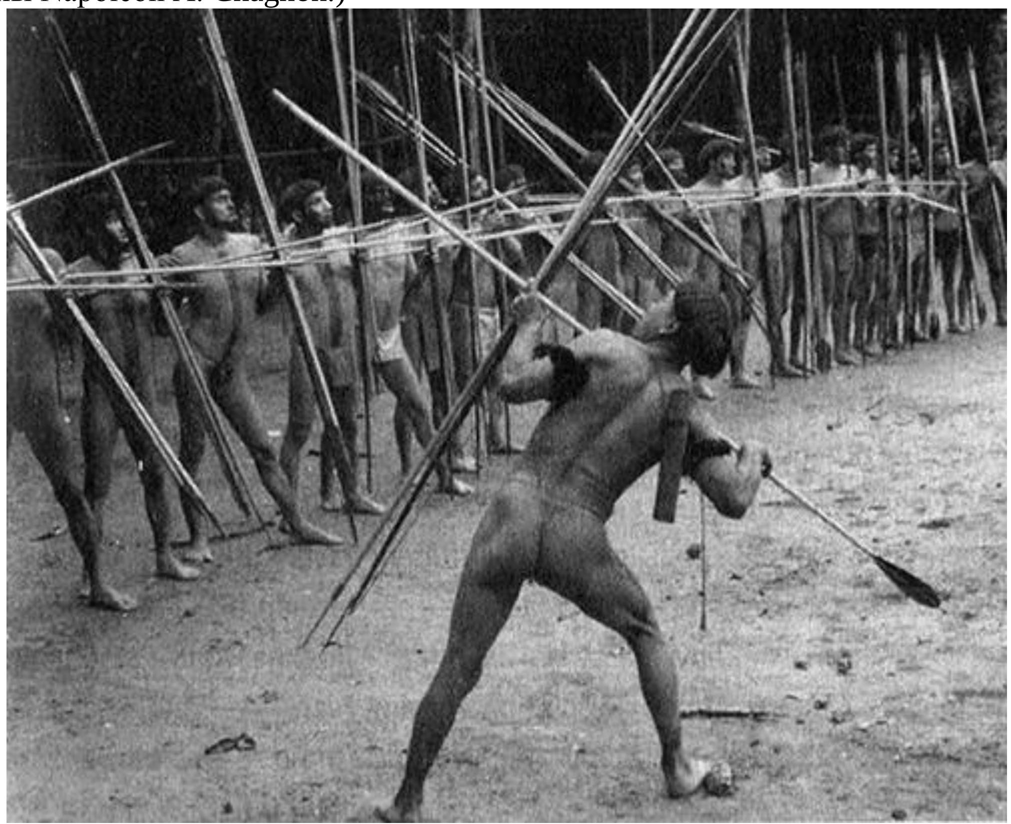
Обычной археологической находкой являются и захоронения убитых людей. Некоторые из орудий раннего неолита явно использовались в бою. В 1991 году в Альпах была обнаружена ледяная мумия, возраст которой составляет более 5000 лет. Этот «Ледяной человек», или Эци (или Отци), вероятно, был убит в схватке. В его плече был обнаружен застрявший наконечник стрелы. При нем были лук и колчан со стрелами, а также кремневый кинжал или нож — по всей видимости, охотничий. Но, кроме того, у него был с собой топорик с медным лезвием, на котором нет следов использования для рубки дерева или разделывания дичи. Скорее всего, это был боевой топорик.

Часто говорят, что немногие сохранившиеся племена охотников-собирателей, особенно южно-африканские бушмены и австралийские аборигены, близкие по общественной организации к нашим предкам — охотникам-собирателям, вообще не ведут войн и, следовательно, являются живым свидетельством того, что массовые конфликты появились на поздних стадиях человеческой истории. Однако эти племена были изолированы и отчасти истреблены европейскими колонизаторами, а бушмены, кроме того, чуть раньше претерпели вторжение зулусов и гереро. Раньше бушменов было гораздо больше, и жили они на значительно более обширной и продуктивной территории, чем буши и пустыни, где они живут сейчас. Тогда разные племена бушменов воевали между собой. Наскальные рисунки изображают ожесточенные схватки между вооруженными группами, и сообщения первых европейских исследователей и поселенцев говорят о том же. Племена гереро, впервые вторгшиеся на территорию бушменов в 1800-х годах, поначалу встретили сопротивление бушменских отрядов и были вынуждены отступить.

Кому-то может показаться, что некоторые восточные религии, особенно буддизм,

всегда последовательно выступали против насилия. Однако это не так. Везде, где буддизм становился официальной идеологией, будь то теравада в Юго-Восточной Азии или тантрический буддизм в Восточной Азии и Тибете, государственная политика не только допускала, но и поощряла войну. Простое обоснование этого хорошо знакомо нам в том числе и по христианству: мир, отказ от насилия, братская любовь — основополагающие ценности, но угроза буддийскому закону и цивилизации — подлежащее искоренению зло. А по сути: «Убивайте всех, Будда узнает своих».

Рис. 8–2. Яномами — одно из последних примитивных индейских племен Южной Америки. Около 10 000 яномами живут в 200–250 деревнях, ревностно оберегающих свою независимость. Набеги на соседние деревни являются нормой. На этой фотографии воины выстроились в ряд на рассвете накануне такого набега. Их лица и тела разрисованы разжеванным древесным углем. (Фотография и разрешение на ее воспроизведение любезно предоставлены Napoleon A. Chagnon.)

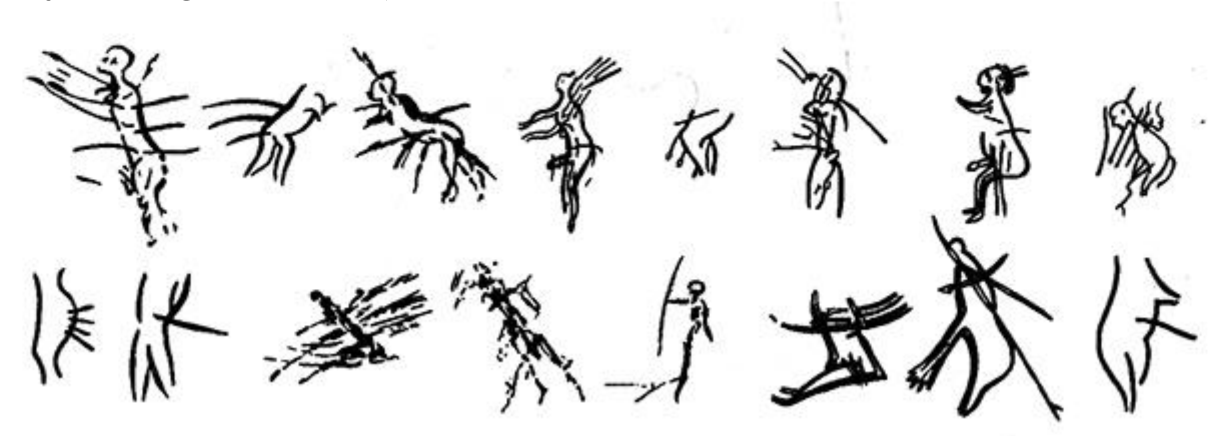


В VI веке в Китае вспыхнуло восстание одной буддийской секты, которая именовалась «Великая колесница» (Махаяна); ее приверженцы решили уничтожить всех «демонов» этого мира — начиная с других буддийских монахов. В Японии буддизм превратился в орудие феодальной борьбы, породив такое странное сочетание, как «монахи-воины» (сохэй). Имперское военное правительство окончательно совладало с их могущественными монастырями только к концу XVI века. После реставрации Мейдзи в 1918 году японский буддизм стал частью «духовной мобилизации» нации.

А как обстояли дела в доисторическую эпоху? Может быть, ведение войн каким-то образом связано с развитием сельского хозяйства, появлением деревень, повышением плотности населения? Насколько мы можем судить, это было не так. Массовые захоронения — по-видимому, целых кланов — обнаружены в могильниках в долине Нила и в Баварии, относящихся к эпохе верхнего палеолита и мезолита. Многие в таких захоронениях умерли насильственной смертью — от копий, стрел и дубин. У человеческих скелетов, датируемых временем от 40 000 до примерно 12 000 лет назад, нередко раздроблены черепа и процарапаны кости. К этому периоду относятся знаменитые памятники палеолита — наскальные рисунки в Ласко и других пещерах, — на которых мы часто видим пронзаемых

копьями, умирающих или уже мертвых людей.

Рис. 8–3. Пронзенные, как правило, несколькими копьями фигурки часто встречаются в пещерной живописи эпохи палеолита в разных уголках Европы. Возможно, на рисунках изображены «обычные» убийства или казни, но более вероятно (по мнению автора этой книги), что на них показано убийство иноплеменников, которых поодиночке подстерегали вооруженные группы. (Источник: R. Dale Guthrie, The Nature of Paleolithic Art [Chicago. University of Chicago Press, 2005].)



Проверить частоту межгрупповых конфликтов в древнейшей истории можно еще одним путем. По оценкам археологов, когда популяции *Homo sapiens* начали расселяться из Африки (около 60 000 лет назад), первая волна переселения докатилась до Новой Гвинеи и Австралии. На этих «выселках» потомки первых поселенцев жили до появления европейцев, занимаясь охотой и собирательством или примитивным земледелием. Примеры современных популяций со столь же древней родословной и архаической культурой — аборигены о. Малый Андаман у восточного побережья Индии, пигмеи Мбути (Центральная Африка) и бушмены Канг (Южная Африка). Все они агрессивно защищают свою территорию или по крайней мере проявляли такое поведение в историческом прошлом.

Среди тысяч изученных культур найдется лишь горстка таких, которых антропологи считают «миролюбивыми». Среди них — некоторые группы эскимосов («медные эскимосы», ингалик), гебуси, обитающие в низинах Новой Гвинеи, семанги — народ, населяющий внутренние части Малаккского полуострова, сирионо — индейский народ в Боливии, яганы — одна из аборигенных народностей Огненной Земли, варрау — индейский народ в Венесуэле, а также аборигены западного побережья Тасмании. Но по крайней мере у некоторых из них отмечен высокий уровень насильственной смертности. У гебуси и медных эскимосов один из трех взрослых людей умирает, убитый другим. Антропологи Стивен Леблан и Кэтрин Реджистер пишут: «Это можно объяснить тем, что в маленьких обществах практически все — родственники, хоть и дальние. Естественно, встает ряд сложных вопросов. Кто член группы, а кто — аутсайдер? В каком случае гибель от чужой руки считается убийством, а в каком — смертью на поле боя? Эти вопросы и ответы на них складываются в весьма расплывчатую картину. Оказывается, что так называемое миролюбие куда больше зависит от определения терминов „человекоубийство“ и „война“, чем от реальности. На самом деле некоторые из этих племен ведут и войны тоже, просто они обычно считаются незначительными».

Осталось ответить на ключевой вопрос, касающийся динамики генетической эволюции человека: был ли естественный отбор на уровне групп достаточно силен, чтобы преодолеть мощное сопротивление естественного отбора на уровне особей? Другими словами, смогли ли силы, благоприятствующие инстинктивному альтруизму, перебороть индивидуальный эгоизм? Как показали математические модели 1970-х годов, групповой отбор может возобладать при высоком относительном уровне вымирания или уменьшения численности групп, представители которых не несут альтруистических генов. Один из классов таких

моделей свидетельствует, что, когда темпы повышения численности групп, в состав которых входят особи-альтруисты, превосходят темпы увеличения числа особей-эгоистов в пределах групп, генетически обусловленный альтруизм может распространиться в популяции в целом. Недавно, в 2009 году, биолог-теоретик Сэмюэль Боулз предложил более реалистичную модель, хорошо описывающую эмпирические данные. Он ставит следующий вопрос: если группы с высоким уровнем сотрудничества имеют больше шансов выйти победителями из конфликтов, то был ли уровень межгрупповых конфликтов достаточно высок, чтобы сказаться на эволюции общественного поведения человека? Судя по оценкам смертности взрослых особей в группах охотников-собирателей с начала неолита до настоящего времени (см. табл. 8.1) — да, был.

Таблица 8–1. Археологические и этнографические данные о доле смертности взрослого населения за счет гибели на войне.

Выражение «лет назад» в средней колонке относится к 2008 г. [Источник: Samuel Bowles, «Did warfare among ancestral hunter-gatherers affect the evolution of human social behaviors», Science 324:1295 (2009). Приведенные в источнике оригинальные ссылки здесь опущены.]

Район археологических раскопок	**Приблизительная датировка (лет назад)**	**Доля смертности взрослого населения за счет гибели на войне**
Британская Колумбия (30 мест раскопок)	5500-334	0,23
Нубия (место раскопок № 117)	14-12 000	0,46
Нубия (рядом с местом раскопок № 117)	14-12 000	0,03
Васильевка III, Украина	11 000	0,21
Волошское, Украина	«эпипалеолит»	0,22
Южная Калифорния (28 мест раскопок)	5500-628	0,06
Центральная Калифорния	3500-500	0,05
Швеция (Скейтхолм 1)	6100	0,07
Центральная Калифорния	2415-1773	0,08
Сарай-Нахар-Рай (северная Индия)	3140-2854	0,3
Центральная Калифорния (2 места раскопок)	2240-238	0,04
Гоберо (Нигер)	16 000-8200	0
Калумната (Алжир)	8300-7300	0,04
О. Тевьек (Франция)	6600	0,12
Богебаккен (Дания)	6300-5800	0,12

Популяция, район	Этнографические данные (даты)	Доля смертности взрослого населения на войне
Аче (восточный Парагвай) *	До контакта с европейцами (1970)	0,3
Гуахибо (Колумбия и соседние районы Венесуэлы)	До контакта с европейцами (1960)	0,17
Мурнгин, (северо-восточная Австралия) *†	1910-1930	0,21
Айорео (Боливия и Парагвай) ‡	1920-1979	0,15
Тиви (северная Австралия) §	1893-1903	0,1
Модок (Северная Калифорния) §	«Во времена аборигенов»	0,13
Агта Касигурана (Филиппины) *	1936-1950	0,05
Анбара (северная Австралия) *† ‖	1950-1960	0,04

* Собиратели

† Морская культура

‡ Сезонные собиратели-земледельцы

§ Оседлые охотники-собиратели

‖ Недавно перешли к оседлому образу жизни

Таким образом, племенная агрессивность восходит к более древним временам, чем неолит, хотя никто пока не может сказать точно, насколько более древним. Возможно, она появилась в эпоху *Homo habilis*, для которого жизненно важным ресурсом была падаль или мясо, добытое на охоте. Возможно также, что агрессивность досталась нам в наследство от еще более давних предков, общих у людей и шимпанзе. Убийство сородичей в группах шимпанзе, а также смертельные межгрупповые схватки отмечала еще Джейн Гудолл и многие исследователи после нее. Выясняется, что общий уровень смертности в результате внутригрупповых и межгрупповых конфликтов примерно одинаков в случаях шимпанзе, охотников-собирателей и примитивных земледельцев. Правда, конфликты, не приводящие к гибели участников, случаются у шимпанзе гораздо чаще, чем у людей, — в сотни, а то и тысячи раз.

Шимпанзе живут в группах, которые исследователи приматов называют «сообществами». Численность такой группы может достигать 150 особей, которые защищают территорию до 38 кв. км. Плотность популяции при этом низкая, около 5 особей на квадратный километр. Сообщества делятся на подгруппы по 5–10 обезьян, которые вместе путешествуют, едят и спят. Самцы проводят всю жизнь в одном и том же сообществе, а большинство молодых самок переходят в соседние. Самцы более общительны, чем самки. Кроме того, они остро чувствуют малейшую разницу в статусе и постоянные проявления демонстрационного поведения нередко кончаются дракой. Они образуют кратковременные союзы и прибегают к разнообразным уловкам и обманным маневрам, чтобы выжать все преимущества из собственного статуса или, наоборот, избежать неприятностей от самцов, занимающих более высокое положение в иерархии. Конфликты в группе молодых самцов

шимпанзе удивительно похожи на подростковые «разборки». Они все время выясняют, «кто тут главный» (на уровне особей) и «чья компания круче» (на уровне групп), однако избегают открытой конфронтации, больше полагаясь на нападения «из-за угла».

Цель набегов банд шимпанзе на соседние сообщества — убить или прогнать соперников и занять их территорию. Джону Митани и его коллегам, работавшим в Национальном парке Кибале (Уганда), удалось пронаблюдать такое завоевание от начала до конца. Десятилетняя война обезьян была до ужаса похожа на человеческие войны. Патрульные группы численностью до двадцати самцов раз в 10–14 дней совершали вылазки на территорию противника. Тихо и незаметно продвигаясь цепочкой и настороженно замирая при малейших звуках, они внимательно осматривали местность от поверхности земли до верхушек деревьев. Встречая превосходящие силы противника, агрессоры разбегались и возвращались на свою территорию. Если же им попадался одинокий самец из чужого сообщества, они валили его с ног и забивали до смерти. Одиноких самок обычно не трогали. Впрочем, вовсе не из галантности. Если с такой самкой был детеныш, его отбирали, убивали и съедали. После десяти лет таких изнуряющих набегов одна из банд наконец захватила вражескую территорию, увеличив собственную на 22 %.

Современный уровень знаний не позволяет нам заключить, унаследовали ли шимпанзе и люди эту характерную агрессивность от общего предка, или приобрели ее независимо под давлением сходных факторов отбора на общей родине — в Африке. Поразительное сходство территориального агрессивного поведения шимпанзе и людей свидетельствует в пользу наследования от общего предка. Такое объяснение требует наименьшего количества допущений и, следовательно, более вероятно.

Принципы популяционной экологии позволяют добраться до истоков племенного инстинкта человечества. Популяционный рост в принципе описывается экспоненциальной функцией. Это значит, что если из поколения в поколение на смену одной особи приходит более чем одна (даже если прирост очень мал, например 1,01), то популяция увеличивается все быстрее и быстрее, как банковский вклад или долг по кредиту. В условиях обильных ресурсов популяции шимпанзе или людей действительно растут экспоненциально, но через несколько поколений рост так или иначе замедляется. Начинает действовать какой-то новый фактор, и со временем популяция достигает максимума и либо останавливается на достигнутом уровне, либо колеблется около него. Иногда численность стремительно падает до нуля и локальная популяция исчезает.

Какой же новый фактор может вступить в игру? Любой, если его колебания связаны с размером популяции. Например, сдерживающим фактором популяции лосей являются волки, которые на лосей охотятся. Численность лосей падает по мере роста волчьей популяции. Верно и обратное: численность лосей — сдерживающий фактор для популяции волков. Когда хищникам нечего есть, их становится меньше. Сходная взаимосвязь наблюдается между патогенными организмами и животными, которых они заражают. Численность патогенов увеличивается по мере увеличения численности и плотности популяции хозяина. Нередко бывало, что болезнь бушевала в каком-нибудь районе, вызывая эпидемии (у людей) или эпизоотии (у животных), до тех пор пока популяции хозяина не уменьшилась до критического уровня или достаточное число особей не вырабатывало иммунитет. В некотором смысле болезнетворных организмов можно считать хищниками, только они не убивают добычу за один раз, а «едят» ее постепенно.

Есть еще один принцип: сдерживающие факторы вступают в действие в определенном иерархическом порядке. Предположим, что главный сдерживающий фактор популяции лося исчез, так как люди отстрелили всех волков. Лоси беспрепятственно размножаются, но лишь до тех пор, пока не вступит в действие следующий фактор. Например, эти травоядные съедают все, что могут, и начинают голодать. Еще один фактор — отселение: иногда животные имеют больше шансов выжить, если поселятся в каком-нибудь другом месте. Инстинкт, заставляющий мигрировать при перенаселении, хорошо развит у леммингов, австралийской перелетной саранчи, волков и бабочки данаида монарх. Если по каким-то

причинам миграция невозможна, популяция будет увеличиваться, но на пути ее роста рано или поздно обязательно встанет что-нибудь еще. У многих животных — это охрана места, с которым связаны их пищевые ресурсы. Львы рычат, волки воют, птицы поют, обозначая свою территорию и прозрачно намекая соперникам того же вида, что их тут не ждут. Охрана территории очень свойственна и людям, и шимпанзе. В самой организации их социальных систем заложена территориальность как метод популяционного контроля. Какие именно события совместной эволюции человека и шимпанзе (до их расхождения 6 млн лет назад) привели к этому, можно только предполагать. Мне кажется, что имеющиеся данные лучше всего укладываются в следующую последовательность. Сначала рост популяций был ограничен количеством пищи, прежде всего животного белка. Роль этого фактора усилилась после перехода к охоте в группах. Территориальное поведение возникло как средство жесткого распределения пищевых ресурсов. Продолжительные «захватнические» войны приводили к расширению территорий отдельных групп. А в условиях таких войн преимущество имели гены, обусловливающие единство группы, взаимодействие между особями и образование союзов.

На протяжении сотен тысяч лет территориальное поведение обеспечивало устойчивость небольших и разбросанных популяций *Homo sapiens.* Нечто подобное мы наблюдаем на примере небольших и разбросанных популяций современных охотников-собирателей. Этот долгий период характеризовался частыми и непредсказуемыми колебаниями условий среды. В связи с ними размер популяции, который могла поддерживать определенная территория, то увеличивался, то уменьшался. Такие «демографические удары» вызывали миграцию на соседние территории или агрессивную экспансию, приводившую к захвату соседних территорий, или же и миграцию, и экспансию одновременно. Они также повышали ценность союзов между неблизкородственными группами, ведь такие союзы давали шанс победить соседей.

Революционные изменения времен неолита (10 000 лет назад), а именно земледелие и скотоводство, привели к резкому увеличению количества пищи, запустив стремительный рост человеческих популяций. Однако человеческая природа не изменилась. Люди продолжали размножаться, насколько это позволяли обильные ресурсы. А когда пища становилась сдерживающим фактором, они подчинялись велениям территориальности. Ничего не изменилось и в наши дни. Мы мало отличаемся от наших предков, охотников-собирателей, просто в нашем распоряжении больше еды и жизненного пространства. Исследования показывают, что человеческие популяции в разных районах одна за одной исчерпывают лимиты пищи и воды. И так было всегда, с каждым племенем, за исключением кратких периодов открытия новых земель и вытеснения или истребления их обитателей.

Борьба за контроль над жизненно важными ресурсами продолжается во всем мире и со временем лишь усугубляется. Дело в том, что на заре неолита человечество упустило уникальный шанс. Тогда была возможность обуздать популяционный рост и удержать его в минимальных пределах. Однако человек как биологический вид поступил иначе. Он не мог предвидеть последствия своего головокружительного успеха. Мы бездумно брали что могли и продолжали размножаться и потреблять, слепо и покорно подчиняясь инстинктам, унаследованным от наших непритязательных предков суровой палеолитической эпохи.

9. Прощание с Африкой

Два миллиона лет назад по африканским саванным редколесьям и лугам все еще бродили австралопитеки. В отличие от всех остальных приматов, когда-либо населявших Землю, австралопитеки, а их было несколько видов, ходили на двух ногах. При этом они были очень похожи на обезьян по форме головы и расположению зубов. Их мозг не был крупнее, чем у человекообразных обезьян, живших бок о бок с ними. Небольшие разрозненные популяции австралопитеков могли исчезнуть в любой момент. Собственно говоря, через 500 000 лет все австралопитеки вымерли.

Вернее, все, кроме одного. Схлынув, волна адаптивной радиации австралопитеков оставила один вид, потомкам которого суждено было не только выжить, но и завоевать мир. Поначалу эти предки современного человечества имели не больше гарантий на счастливое будущее, чем их впоследствии вымершие близкие родственники. Два миллиона лет назад одна линия австралопитеков начала меняться и мало-помалу превратилась в *Homo erectus* с относительно большим мозгом. И хотя его мозг был меньше, чем у современного *Homo sapiens,* он уже умел изготавливать примитивные каменные орудия, разводить огонь на стоянках и поддерживать его. Его популяции расселились за пределы Африки вплоть до Северо-Восточной Азии и Индонезии. Для примата человек прямоходящий был невероятно адаптивен. Некоторые его популяции выносили холодные зимы на севере современного Китая, другие — жаркий и влажный тропический климат островов Индонезии. На обширной территории, где обитал *Homo erectus,* палеонтологи нашли много фрагментов его останков и смогли сложить несколько скелетов. А в отложениях рядом с озером Туркана на севере Кении они обнаружили нечто не менее интересное, чем череп или бедренная кость, — окаменевшие следы. С тех пор как 1,5 млн лет назад какой-то *Homo erectus* прошелся там, хлюпая по грязи босыми ногами, эти отпечатки практически не изменились.

Homo erectus, создавший культуру, намного превосходящую культуру его предков-обезьян, лучше приспосабливался к новым непростым жизненным условиям. Постепенно расселяясь, он стал первым космополитом среди приматов, не сумев добраться только до Австралии, Нового Света и затерянных в Тихом океане островов. Огромный ареал не позволил *Homo erectus* вымереть раньше срока. Одна из его генетических линий добилась потенциального эволюционного бессмертия, превратившись в *Homo sapiens.* Человек прямоходящий все еще жив. И это мы.

На краю ареала *Homo erectus* породил менее удачливого эволюционного отпрыска. Речь идет о *Homo floresiensis.* Этот крошечный человечек с мозгом не больше, чем у африканских австралопитеков, жил на Флоресе, одном из Малых Зондских островов. Его ископаемые останки и каменные орудия датируются периодом 94 000-13 000 лет назад. Всего около метра ростом, этот флоресский человек, также известный как «хоббит», не перестает будоражить воображение антропологов. Скорее всего, он произошел от *Homo erectus* в результате дивергенции одной изолированной островной популяции. Его небольшой рост подтверждает нестрогое биогеографическое правило: изолированные на островах животные весом менее 20 кг становятся гигантами среди себе подобных (вспомним исполинских галапагосских черепах), а животные весом более 20 кг превращаются в карликов (например, миниатюрный белохвостый олень островов Флорида-Кис). Если антропологи не ошибаются, считая «хоббита» отдельным видом рода *Homo,* то на его примере можно понять очень многое о перипетиях эволюционного лабиринта, пройдя который человек прямоходящий стал человеком разумным. То, что *Homo floresiensis* исчез относительно недавно после долгого и успешного бытия, наводит на подозрение, что «хоббиты», как и неандертальцы, были стерты с лица Земли беспощадным завоевателем — человеком разумным.

Если взглянуть беспристрастно, то *Homo sapiens,* успешный преемник *Homo erectus,* ничуть не меньший уродец, чем флоресский пигмей. Помимо выпуклого лба, огромного мозга и длинных паучьих пальцев наш вид обладает рядом других поразительных биологических особенностей, которые можно считать его «диагностическими признаками». К ним относятся:

• Продуктивный язык, основанный на бесконечном числе сочетаний, перестановок и изменений произвольно возникших слов и символов.

• Музыка, охватывающая широкий диапазон звуков, сочетания и перестановки которых тоже бесконечны; в зависимости от желания исполнителя звуки могут складываться в последовательности, создающие определенное настроение; этим последовательностям всегда присущ ритм.

• Затяжное детство, то есть длительные периоды обучения под руководством взрослых.

• Половые органы у женщин скрыты анатомически, а эструс, в отличие от самок других приматов, не выражен; при этом сексуальная активность непрерывна. Последнее обстоятельство способствует образованию тесной эмоциональной связи между мужчиной и женщиной и участию обоих родителей в заботе о детях, что необходимо, так как дети долгое время остаются беспомощными.

• Очень быстрое и значительное увеличение размеров мозга в процессе раннего развития — от рождения до наступления зрелости мозг увеличивается в 3,3 раза.

• Относительно стройное тело, мелкие зубы и ослабленные челюстные мышцы как признак всеядности.

• Пищеварительная система, приспособленная к перевариванию термически обработанной пищи.

Примерно 700 000 лет назад мозг *Homo erectus* уже достиг значительных размеров. Следовательно, к тому времени человек прямоходящий должен был приобрести по крайней мере зачатки некоторых диагностических признаков *Homo sapiens,* приведенных выше. Тем не менее строение черепа еще отличалось от современного. Надбровные дуги древнего *Homo erectus* сильно выступали, лицо выдавалось вперед, а череп в целом был менее вытянут в стороны, чем у *Homo sapiens.* А вот 200 000 лет назад анатомические особенности наших африканских предков были уже существенно ближе к современным людям. Они также использовали более совершенные каменные орудия и, возможно, имели какие-то похоронные обряды. Тем не менее череп оставался массивным. Человеческий скелет приобрел современные пропорции только около 60 000 лет назад, когда *Homo sapiens* вышел за пределы Африканского континента и начал расселяться по всему миру.

Люди, расселившиеся за пределы Африки и впоследствии завоевавшие мир, были выборкой из разнообразной генетической смеси. В эволюционном прошлом они сотни тысяч лет занимались охотой и собирательством. Как и современные охотники-собиратели, они жили небольшими группами (от тридцати до ста человек), разбросанными по большой территории. В каждом поколении соседние группы обменивались небольшим числом членов, скорее всего, женщинами. В результате генетической дивергенции общий уровень разнообразия метапопуляции (то есть всех групп, вместе взятых) оказался гораздо выше, чем у того людского отряда, которому суждено было покинуть континент.

Эта разница в разнообразии никуда не делась. Ученые давно знали, что жители земель к югу от Сахары гораздо более разнообразны генетически, чем народы других частей света. Истинные масштабы различий стали понятны в 2010 году, когда были опубликованы все белок-кодирующие последовательности ДНК четырех бушменов (представителей разных койсанских народов, живущих в пустыне Калахари) и одного банту из соседнего южноафриканского племени. Поразительно, но, несмотря на внешнее сходство, представители четырех бушменских народов больше отличаются друг от друга, чем в среднем европеец от азиата.

От внимания ученых, как биологов, так и врачей, не ускользнуло огромное значение генофонда современных африканцев для всего человечества. Это сокровищница генетического разнообразия нашего вида, изучение которой, несомненно, прольет новый свет на наследственность человеческого тела и духа. Возможно, пришло время, учитывая последние достижения генетики, разработать новую этику расовой и наследственной изменчивости — с основным акцентом не на отдельные компоненты, а на изменчивость в целом. Это позволит наконец понять, что генетическое разнообразие нашего вида — огромное благо. Оно может оказаться неоценимым подспорьем для адаптации к таящимся в будущем непредсказуемым изменениям. С этим «портфелем ценных генов» человечество может чувствовать себя увереннее, ведь он может стать источником новых талантов, повышенной сопротивляемости заболеваниям, а возможно, даже новых способов восприятия мира. Исходя из научных и этических соображений, мы должны научиться ценить биологическое разнообразие человека, а не оправдывать им предрассудки и конфликты.

Дальние странствия человеческих популяций, расселявшихся из Африки на Ближний

Восток и дальше, не были чем-то необычным по меркам современных путешественников. Небольшие пешие отряды медленно и осторожно осваивали расстилавшиеся во все стороны неизведанные места. По-видимому, колонизация происходила так: продвинувшись вглубь какой-либо территории на несколько десятков километров, люди обосновывались на новом месте, размножались, а в следующем поколении посылали вперед новые отряды землепроходцев. Очевидно, таким образом люди расселились на север по долине Нила, дошли до Восточного Средиземноморья, потом продолжили путь на север и на восток. Вполне возможно, что пионерами-первопроходцами были члены всего лишь одной или очень немногих групп. Через несколько тысяч лет их потомки образовали сеть племен, разбросанных по всей Евразии.

Такой сценарий развития событий подтверждают две линии аргументации. Они основаны на разнообразных данных, собранных независимыми исследовательскими группами за последние десять лет. Во-первых, огромное генетическое разнообразие современных южноафриканских аборигенов говорит о том, что лишь небольшая часть общей африканской популяции покинула континент. Во-вторых, анализ степени генетического разнообразия у современных людей, а также построенные на его основе математические модели указывают на так называемый «серийный эффект основателя». Он заключается в том, что несколько первопроходцев покидали старую, обосновавшуюся на месте популяцию, а затем, в свою очередь, служили источником следующей волны эмиграции. В конце концов такие островки выпустили отростки в разных направлениях и слились в единую популяцию человека.

Собрав воедино геологические, генетические и палеонтологические данные, ученые смогли уточнить, как именно началось расселение из Африки. В промежуток между 135 000 и 90 000 лет назад тропическая Африка задыхалась от засухи, подобной которой не было уже десятки тысяч лет. В результате ареал человечества сжался, а численность упала до опасно низкой отметки. Уже тогда человечество, скорее всего, страдало от голода и племенных раздоров, которые, как мы знаем, терзали его и в более поздние исторические времена. Общая численность популяции *Homo sapiens* на Африканском континенте исчислялась лишь тысячами особей, и долгое время будущий завоеватель Земли жил под угрозой полного исчезновения.

Наконец, великая засуха отступила, и примерно 90 000-70 000 лет назад тропические леса и саванны стали медленно возвращаться на прежние позиции. Человечество росло и расселялось вместе с ними. При этом другие районы Африки и Ближний Восток становились более засушливыми. В среднем по континенту уровень осадков был не слишком высок. В таких условиях многообещающие возможности для расселяющихся популяций открывал путь за пределы Африки. В частности, влажный период был достаточно продолжительным для поддержания коридора обитаемых ландшафтов вдоль Нила до Синайского полуострова и дальше. Этот коридор рассекал пустыню и позволял колонистам продвигаться на север. Второй возможностью был путь на восток — через Баб-эль-Мандебский пролив в южную часть Аравийского полуострова.

Затем *Homo sapiens* проник в Европу. Это произошло не позднее 42 000 лет назад. Люди, внешне похожие на современных, поднялись по Дунаю и вторглись во владения неандертальцев *(Homo neanderthaiensis,* сестринский вид *Homo sapiens).* При всей их генетической близости человек разумный и неандерталец были обособленными биологическими видами, которые, встретившись на одной территории, лишь изредка скрещивались друг с другом. Неандертальцы охотились в основном на крупных животных, а потому не были готовы к конкуренции с ловкими и хитроумными соперниками, которые привыкли добывать помимо крупной еще и разнообразную мелкую дичь, а также выискивать съедобные части растений. Тридцать тысяч лет назад *Homo sapiens* полностью вытеснил неандертальцев, а также родственный им вид гоминид — денисовского человека, останки которого были недавно обнаружены в горах Алтая.

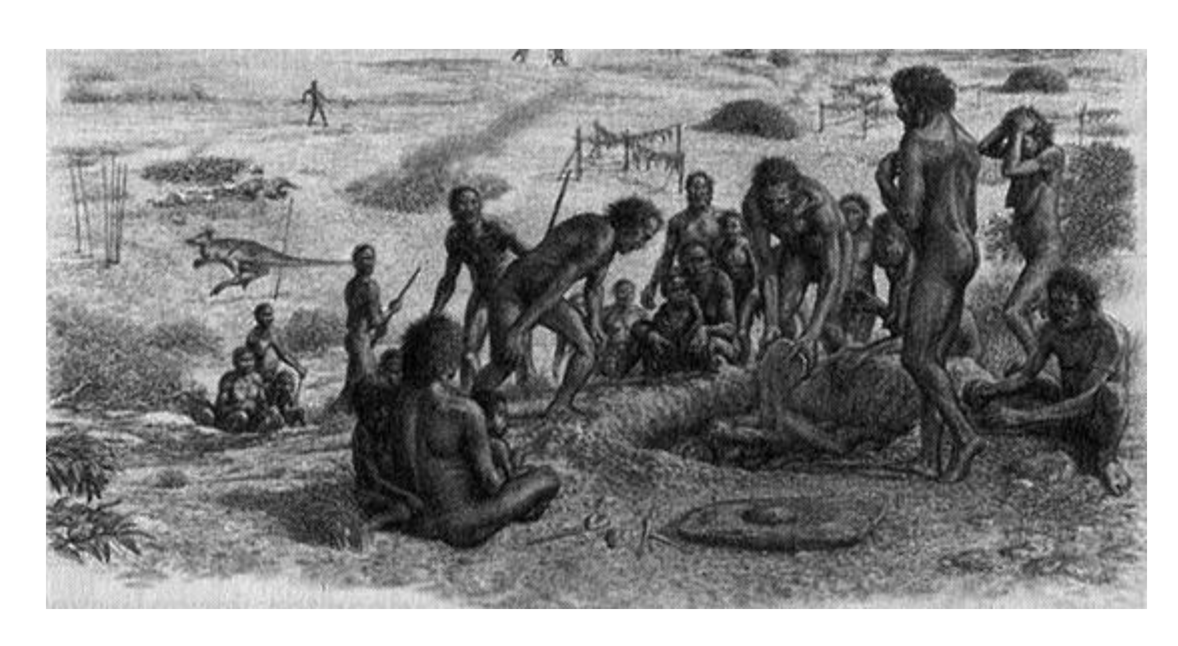
Кроме того, судя по палеонтологическим и генетическим реконструкциям, около 60 000

лет назад растущая человеческая популяция расселялась вглубь Азии и вдоль побережья Индийского океана. Землепроходцы проникли на Индостан, потом на Малайский полуостров, а потом каким-то образом перебрались на Андаманские острова, где и по сей день существуют древние аборигенные популяции. До близлежащих Никобарских островов древним людям, по-видимому, добраться не удалось — генетические особенности их жителей указывают на азиатское происхождение и более недавнее время заселения (15 000 лет назад). Древнейшим человеческим останкам, обнаруженным в Индонезии (в пещере Ниах на острове Калимантан), 45 000 лет, а останкам, найденным в Австралии (на озере Мунго), — 46 000 лет. Новую Гвинею, по-видимому, заселили немного раньше. Коренные изменения австралийской фауны, предположительно связанные с охотой и пуском низовых пожаров для загона дичи, свидетельствуют, что люди попали туда по меньшей мере 50 000 лет назад. Это означает, что туземцы Новой Гвинеи и Австралии — аборигены в полном смысле слова. Они прямые потомки первых людей, ступивших на эти берега.

Уже много лет антропологам не дает покоя вопрос, когда именно люди (то есть анатомически современный *Homo sapiens*) появились в Новом Свете, оказав столь пагубное действие на его растительный и животный мир. Сейчас наконец на этом белом листе, словно на фотографии в медленно действующем проявителе, начинают проступать четкие контуры. Генетические и археологические исследования в Сибири и обеих Америках показывают, что до Берингова пролива сначала добралась одна-единственная сибирская популяция человека, и было это не раньше 30 000 лет назад, а возможно, всего 22 000 лет назад. В этот период материковый ледниковый покров «оттянул на себя» столько океанской воды, что обнажился так называемый Берингийский мост суши, а проход на современную Аляску, наоборот, оказался закрыт. Около 16 500 лет назад ледники отступили, путь на юг был открыт и люди совершили полномасштабное вторжение в Америку через Аляску. Археологические находки в Северной и Южной Америке говорят о том, что 15 000 лет назад колонизация этих двух континентов шла полным ходом. Весьма вероятно, первые человеческие популяции расселялись вдоль Тихоокеанского побережья. Эти районы, теперь в основном лежащие на дне океана, тогда уже успели освободиться ото льда, но, поскольку ледник отступил не полностью, еще не были залиты водой.

Около 3000 лет назад предки полинезийских народов начали заселять острова Тихого океана. Пунктом отправления служил архипелаг Тонга; большие лодки-каноэ, пригодные для долгого плавания, несли их на восток. Постепенно, примерно к 1200 году н. э., они достигали оконечностей Полинезии — треугольника, который образуют Гавайские острова, остров Пасхи и Новая Зеландия. Это свершение полинезийских мореплавателей поставило точку в истории завоевания Земли человеком.

Рис. 9–1. Первые поселенцы на новом континенте. Похоронные обряды — предвестники или спутники примитивных верований — появились на заре существования современного человека. На рисунке показана реконструкция погребального обряда ранних австралийских аборигенов. Тело умершего члена племени посыпают красной охрой. Реконструкция основана на результатах раскопок в районе озера Мунго (Австралия); возраст останков — по меньшей мере 40 000 лет. (© John Sibbick. Источник: The Complete World of Human Evolution, by Chris Stringer and Peter Andrews [London: Thames & Hudson, 2005], p. 171.)



10. Культурный взрыв

После того как увеличение размеров мозга открыло *Homo sapiens* возможности завоевания мира, человеческая волна выплеснулась из Африки и поколение за поколением покатилась по Старому Свету, сметая все на своем пути. Культура, поначалу незаметная, то тут, то там начала приобретать весьма сложные формы. Затем — по геологическим меркам внезапно — произошло величайшее событие. На заре неолита одновременно в разных уголках Земли охотники-собиратели перешли к сельскому хозяйству. Возникли деревни, объединенные властью вождей, — вождества, затем сложные вождества и, наконец, государства и империи. Культурную революцию того времени можно назвать автокаталитической: каждый шаг повышал вероятность следующего. К началу исторического периода культурные достижения уже свободно циркулировали по континентам как в Старом, так и в Новом Свете. Но не где-нибудь, а в сердце Евразии этот процесс достиг кульминации, которая должна была изменить мир.

Для объяснения этого культурного взрыва антропологи предложили три гипотезы. Согласно первой, основной преобразующей силой была главная генетическая мутация, распространившаяся в африканской популяции *Homo sapiens* примерно в начале расселения в Евразию. Убедительным доводом в пользу этой гипотезы является то, что наш сестринский вид, *Homo neanderthalensis,* существовал в Европе и Восточном Средиземноморье сотни тысяч лет, вплоть до исчезновения всего 30 000 лет назад, и за это время не продвинулся ни на шаг от примитивной культуры каменного века. От неандертальцев не осталось ни памятников изобразительного искусства, ни украшений. При этом на всем протяжении своей статичной истории они обладали более крупным мозгом, чем *Homo sapiens,* и к тому же обитали на огромной территории в постоянно меняющейся среде. Судя по их анатомии и ДНК, они умели разговаривать, а раз так, у них, скорее всего, были сложные языки. Они заботились о раненых независимо от их возраста, что, вероятно, было необходимо для выживания, так как неандертальцы питались только крупными животными и практически все взрослые рано или поздно получали травмы на охоте. Тем не менее сменялись тысячи поколений, а в неандертальской культуре не происходило ничего нового. А вот в коллективах покинувших Африку *Homo sapiens* происходили события исключительной важности.

И все же маловероятно, что культура возникла в результате одной-единственной изменившей сознание мутации. Куда более правдоподобно, что культурный прорыв был не единичным генетическим событием, а кульминацией постепенного процесса, который начался у архаичной формы *Homo sapiens* уже 160 000 лет назад. Это подтверждают некоторые недавние открытия: первые случаи использования пигмента (охры) относятся как

раз к этому времени, а первые украшения, а также и абстрактные узоры, процарапанные на кости или нанесенные охрой, датируются периодом 100 000-70 000 лет назад.

Третья гипотеза заключается в том, что уровень культуры то рос, то падал, отражая суровые климатические изменениями, пагубно влиявшие на размер и рост человеческой популяции. Некоторые культурные новшества вскоре исчезли (а потом были открыты заново), другие укоренились и продержались вплоть до расселения за пределы Африки. Эту точку зрения поддерживают археологические данные, относящиеся к самым ранним культурным пластам: на смену древнейшим африканским артефактам (бусам из раковин, орудиям из костей, абстрактным изображениям и каменным наконечникам) приходит, насколько мы можем судить, их полное и повсеместное отсутствие в период исключительно сильного ухудшения климата около 70 000-60 000 лет назад. После этого длительного перерыва похожие артефакты снова появляются около 60 000 лет назад, то есть в период расселения за пределы Африки. Полагают, с ухудшением климата человеческие популяции измельчали и разобщились, утратив общественные связи и культурные обычаи. Когда климат улучшился, популяции стали расти и расселяться и люди принялись заново открывать «хорошо забытые» культурные обычаи, а также изобретать новые, которые затем были вынесены за пределы Африки во время глобальной колонизации. Как и в современной культуре (хотя и по иным причинам), большинство новшеств рано или поздно «выходили из моды», и лишь немногие оставались и распространялись.

Собственно говоря, эти гипотезы не исключают друг друга. Всем трем может найтись место в одном и том же сценарии развития событий. Генетическая эволюция действительно происходила все время от начала расселения из Африки до полной колонизации Старого Света. По данным одного исследования, примерно до 50 000 лет назад скорость возникновения новых генетических мутаций была относительно низкой и постоянной, но резко повысилась в начале неолита, около 10 000 лет назад. Тогда же ускорился и прирост популяции. В результате возникало больше генетических мутаций, а кроме того, осваивалось больше культурных новшеств — хотя бы потому, что людей стало больше.

Когда генетики сравнили геномы современных шимпанзе и людей, они пришли к выводу, что после расхождения этих видов от общего предка 6 млн лет назад около 10 % изменений в аминокислотных последовательностях были адаптивными — другими словами, возникали под действием естественного отбора, из поколения в поколение способствовавшего сохранению именно этих изменений.

Ряд других исследований подтвердил, что во время расселения из Африки и дальнейшего расселения человек действительно эволюционировал. Немного уменьшились размеры тела, пропорционально уменьшились мозг и зубы. Возникли новые признаки — сначала в популяциях на окраинах Европы и Азии, а потом и в обеих Америках. В такой тенденции нет ничего удивительного. Возникли значительные внутрипопуляционные и межпопуляционные различия, на которые мог действовать естественный отбор. Межпопуляционные различия возникали также из-за не связанного с адаптациями «дрейфа генов»: он происходит, когда в ограниченную выборку попадает случайный набор генов из общего пула. (Чтобы понять, что такое «дрейф генов», подбросьте монету и представьте, что, если выпадает орел, выигрыш удваивается, а если выпадает решка, ставка теряется, — и так много раз. Именно такой процесс и определяет судьбу «нейтральной» мутации, то есть мутации, которая не сулит организму ни адаптивных преимуществ, ни явного вреда.) Наиболее вероятной причиной «дрейфа генов» является так называемый эффект основателя, связанный со случайными различиями между группами, которые принадлежали к одному сообществу, но затем расселились по разным местам. Когда одна группа уходит направо, а другая остается на месте или уходит налево, они уносят с собой определенный коллективный набор генов, и каждый такой набор — лишь небольшая часть общего комплекта исходной популяции. В результате второстепенные наследственные признаки, такие как, например, цвет кожи, рост и соотношение групп крови, могли немного различаться даже в популяциях, разделенных очень небольшим расстоянием (несколько сотен километров).

Мутации — это случайные изменения ДНК. Они могут произойти, например, за счет замены «буквы ДНК» — пары нуклеотидов (например, AT заменяется на GC или наоборот), повторения существующей «буквы» (например, ATATAT вместо AT) или перестановки «букв» в новое положение (на той же или другой хромосоме). Каждый ген обычно состоит из тысяч таких «букв», однако их точное число сильно варьирует. Например, на человеческой хромосоме 19 на миллион пар оснований приходится 23 гена, а на хромосоме 13 на то же число пар оснований — всего 5.

Когда после расселения из Африки общая численность человеческой популяции резко возросла и, соответственно, в ней случился неизбежный всплеск новых мутаций, люди прошли через две эволюционные фазы. Сначала уровень мутаций был очень низким, так как в любом случае они обычно происходят с частотой меньше, чем одна на десять тысяч, а иногда и на миллиарды особей. При столь низком уровне мутаций большинство изменений бесследно исчезают, либо потому что понижают приспособленность несущего их индивида, либо по воле случая (дрейф генов), либо за счет сочетания этих двух механизмов. Однако если частота нового мутантного гена достигнет 30 %, она, скорее всего, будет расти и дальше. В конце концов во второй фазе эволюции мутантная форма гена (мутантный аллель) может полностью вытеснить старую, конкурирующую форму того же гена (старый аллель). Есть еще одна возможность — сочетание двух аллелей у одной особи (которая тогда называется гетерозиготной по данному гену) оказывается более выгодным с точки зрения приспособленности, чем присутствие одного и того же аллеля (любого из двух) в двойном размере (такие особи называются гомозиготными). Тогда установится определенное равновесие между частотой мутантных и частотой «обычных» особей, но ни один из генов не вытеснит другой. Хрестоматийный пример — ген серповидно-клеточной анемии, распространенный в малярийных районах от Африки до Индии. Его присутствие «в двойном размере» приводит к развитию тяжелой анемии, часто с летальным исходом. Его отсутствие (то есть присутствие двух нормальных аллелей) приводит к высокому риску заболеть малярией. А вот гетерозиготное состояние (один аллель гена серповидно-клеточной анемии и один «нормальный» аллель) защищает его носителя и от анемии серповидных клеток, и от малярии. В результате в малярийных районах частота обоих генов высока. Их относительное равновесие поддерживается давлением отбора по фактору устойчивости к малярии.

После расхождения линий человека и шимпанзе генетическая судьба людей подчинялась определенной общей закономерности, по-видимому, характерной для животных вообще. Эта закономерность, если она действительно существует, имеет огромное значение для понимания того, как люди стали людьми. Речь идет вот о чем: кодирующие части генов, контролирующие изменения в структуре ферментов и других белков, регулируют экспрессию признаков в определенных тканях, например тех, которые отвечают за иммунный ответ, чувство запаха, продукцию спермы. Наоборот, некодирующие части генов, которые регулируют наследственные процессы развития, определяемые кодирующими частями, более активны в том, что касается развития и функционирования нервной системы. Так вот, возможно (хотя пока не доказано окончательно), что ключевую роль в эволюции сознания играли некодирующие части генов, то есть именно они определили те изменения, которые сделали нас людьми.

Какие же особенности сознания появились за счет мутаций и естественного отбора (направленного как на кодирующие, так и на некодирующие части генов)? Вероятно, все. Исследование сходства и различия между однояйцевыми близнецами (они генетически идентичны, так как появляются из одного оплодотворенного яйца) и двуяйцевыми близнецами (они появляются из двух разных яиц, оплодотворенных разными сперматозоидами, и следовательно, различаются не меньше братьев и сестер, рожденных в разное время) показывают, что личностные черты (например, склонность к интроверсии или экстраверсии, застенчивость, возбудимость) в значительной степени определяются генетическими особенностями. В конкретной популяции объем изменчивости, связанной с генетическими различиями, обычно варьирует от 25 до 75 %.

Не меньшую важность для возникновения и эволюции сложных форм общественного поведения (как у людей, так и у других организмов) имела генетическая подоплека разнообразия социальных взаимоотношений. В соответствии с «первым законом» поведенческой генетики[10] — а именно что все признаки у людей в той или иной степени варьируют, и это связано с генетическими различиями — можно ожидать, что такая подоплека (то есть генетически определенные закономерности) действительно существует. В частности, взаимоотношения между людьми имеют множество разнообразных источников в индивидуальном поведении, а каждый такой источник, скорее всего, в той или иной степени подвержен генетической изменчивости. Было бы очень удивительно, если бы все они, вместе взятые, не играли никакой роли в образовании социальных связей. На самом деле и размер, и прочность социальных связей конкретных людей существенно варьируют — и отчасти определяются наследственностью. Недавнее исследование показало, что вариации количества знакомых или друзей в социальных сетях, а также транзитивности (вероятности того, что двое знакомых какого-то человека знакомы между собой) определяются наследственностью примерно наполовину. С другой стороны, число людей, которых человек считает друзьями, не определяется генетикой, во всяком случае, проведенные статистические исследования не выявили такой связи.

Принимая во внимание генетические и археологические данные, объем которых последнее время быстро растет, я считаю, что мы вполне можем представить себе, что происходило с человеком непосредственно до расселения из Африки и после этого. Однако прежде чем мы попытаемся начертить траекторию человеческой эволюции на этом значительном временном отрезке, думаю, будет полезно провести аналогию из области биогеографии и экологии. Культурные новшества можно сравнить с организмами, заселяющими новую экосистему, например свежевырытый пруд, только что посаженную рощицу, небольшой островок. В группе людей одно новшество сменяет другое примерно так же, как замещают друг друга виды, колонизирующие экосистему. Некоторые изобретения остались в человеческих группах и после расселения из Африки. Другие, как свидетельствуют археологические находки украшений и наконечников, забывались, но через некоторое время обычно возвращались — их либо изобретали заново, либо перенимали у сохранившей их группы. Сначала люди жили в Африке маленькими изолированными группами. Их число и средний размер то увеличивались, то уменьшались в зависимости от климата и площади пригодной для обитания территории. Когда условия окружающей среды стали более благоприятными, то есть до и во время расселения, число и размер групп увеличились. В результате и культурные новшества стали распространяться быстрее.

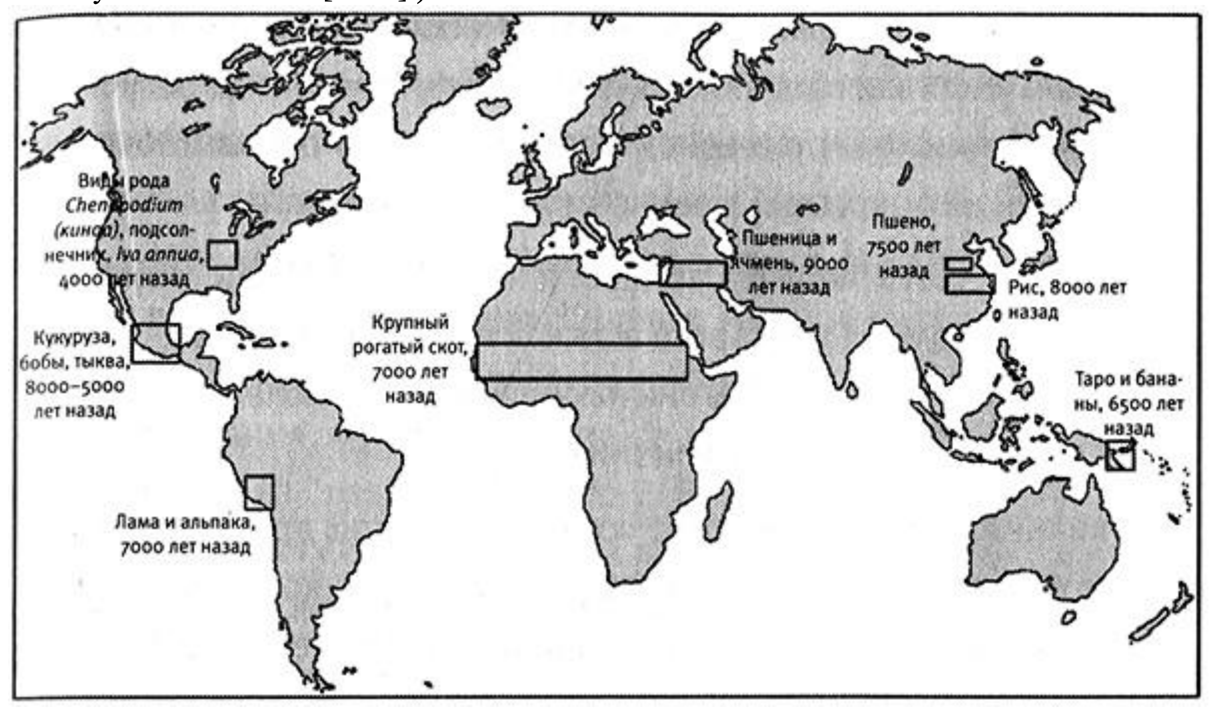
В этот критический период человеческой предыстории, 60 000-50 000 лет назад, рост культур стал автокаталитическим. Сначала, как я уже говорил, культурное развитие шло медленно, а затем все быстрее и быстрее, как реакции автокатализа в химии и биологии. Дело в том, что если люди овладевали одним каким-то новшеством, оно облегчало усвоение некоторых других, а если и они оказывались полезны, то распространялись еще быстрее. Группы и сообщества, овладевшие выгодными сочетаниями культурных особенностей, были производительнее и конкурентоспособнее, а также лучше готовы к войне. Соперникам приходилось подражать им, чтобы не потерять свои территории. Так групповой отбор подстегивал эволюцию культуры.

В очень древние времена, начиная с позднего палеолита и на протяжении мезолита, культурная эволюция шла медленно. В начале неолита (10 000 лет назад) с появлением сельского хозяйства, деревень и излишков пищи ее темпы резко возросли. Затем благодаря торговле и войнам культурные новшества стали не только чаще возникать, но и быстрее

[10] Два других «закона» поведенческой генетики, сформулированные Эриком Туркхаймером, гласят: «Влияние воспитания в одной и той же семье меньше, чем влияние генов» и «Существенная часть изменчивости сложных поведенческих признаков у человека не объясняется ни генами, ни семейным воспитанием».

распространяться. Они по-прежнему забывались и выходили из употребления, но теперь, когда значительно больше людей и племен подхватывали каждую новинку, наиболее оригинальные и значительные достижения не могли просто кануть в Лету. Такие революционные новшества, как, например, письменность и навигация по звездам, поначалу были редкими, несовершенными и неустойчивыми. Они исчезали, но чуть позже появились снова. И каждый раз, как искры от огня, они могли потухнуть, а могли вспыхнуть ярким пламенем и распространиться по всему миру.

Рис. 10–1. Восемь независимых центров возникновения земледелия и скотоводства и приблизительные даты одомашнивания растений и животных. (Источник: Steven Mithen, «Did farming arise from a misapplication of social intelligence?» Philosophical Transactions of the Royal Society B 362:705–718 [2007].)



Археологи подробно описали некоторые из главных «интеллектуальных концепций», которые появились и получили широкое распространение в человеческой популяции 10 000-7000 лет назад.

• Люди в совершенстве освоили обработку камня. Изготовление инструментов шагнуло далеко вперед — характерная для мезолита простая околка первых попавшихся камней сменилась более сложной процедурой. Топоры и тёсла, изобретенные в неолите, делали в несколько этапов. Сначала кусок какой-нибудь мелкозернистой породы обкалывали так, что получался клинок нужной формы. На следующем этапе, делая все более мелкие сколы, его доводили до желаемых очертаний. Наконец, его обрабатывали долотом или шлифовали, снимая грубые выступы. В результате получался клинок с гладкой поверхностью и острым лезвием, плоский или округлый в зависимости от замысла.

• Мастера эпохи неолита пришли к концепции полой структуры, то есть предмета, у которого есть как наружная, так и внутренняя поверхность. После этого они научились делать полезные емкости из дерева, кожи, камня или глины.

• Они также смогли мысленно «обратить вспять» древний процесс изготовления маленьких предметов из более крупных. Они поняли, что можно «собирать» вещи из мелких деталей. Так стало возможным изобретение ткачества, а также строительство более совершенных и просторных жилищ.

• Изменением, сыгравшим ключевую роль не только для человечества, но и для других форм жизни, было появление новых представлений об окружающей среде, сформировавшихся в сознании начинающих земледельцев и деревенских жителей. Они

перестали считать леса, луга и другие естественные местообитания пространствами, где можно охотиться, собирать пищу, а иногда и устраивать пожары. Теперь в них видели земли, которые можно расчистить и засадить полезными культурами. Эта концепция переделки дикой природы прочно укоренилась в сознании большинства жителей земного шара.

Земледелие появилось примерно в период расселения из Африки или чуть позже, по меньшей мере 45 000 лет назад, когда люди использовали огонь для загона и ловли дичи. Именно тогда некоторые группы людей поняли (как понимают это современные австралийские аборигены), что после низовых пожаров в саваннах и сухих лесах бурно разрастается свежая, съедобная растительность. Кроме того, некоторое время после пожара легче находить и выкапывать подземные клубни. Как показали недавние детальные исследования туземных мексиканских сельскохозяйственных культур, следующий шаг оказался возможным после того, как люди стали подолгу жить на одном месте. Обитатели Мексики и других районов Центральной Америки начали культивировать плодовые деревья и другие растения, такие как агава, опунция и различные виды тыкв, а также леуцену (*Leucaena)* — дерево из семейства бобовых. Сначала «культивировать» означало просто позволять им расти рядом с жилищами, выпалывая при этом другие растения. (Интересно, что то же самое делают некоторые виды муравьев.) Следующий шаг тоже был счастливой случайностью. Некоторые из этих первых садовых растений скрестились с другими похожими видами или претерпели полиплоидизацию (кратное увеличение числа хромосом), а возможно, эти два изменения произошли одновременно. В результате получились новые, еще более ценные в кулинарном отношении сорта. Сборщики урожая примечали их и понимали, что они лучше других. Так началось окультуривание деревьев путем селекции и появилось растениеводство. Примерно в это же время или даже раньше одомашниванию подверглись некоторые дикие животные — их ловили и держали как домашних питомцев или скот. От 9000 до 4000 лет назад люди одомашнили многие новые сорта растений и породы животных, по крайней мере в восьми важнейших очагах культуры в Старом и Новом Свете. Так земледелие и скотоводство стали основными занятиями человека.

Последние десять тысяч лет были эпохой невиданных ранее изменений, затронувших как *Homo sapiens,* так и биосферу в целом. Культурная эволюция ускоряется, и в этой связи встает очень важный вопрос: а продолжаем ли мы эволюционировать генетически? Медицинские исследования, а также все более глубокий анализ трех миллиардов «букв» генома человека показывают, что эволюция человеческих популяций продолжается. Поскольку генетика человека в основном занимается решением прикладных медицинских задач, подавляющее большинство генов, про которые мы теперь знаем, что они являются «точками приложения сил» естественного отбора, — это гены, обеспечивающие устойчивость к болезням. Растет список мутаций, которые появились и распространились за последние тысячелетия: CGPD, CD406 и ген серповидно-клеточной анемии (все они так или иначе обеспечивают естественную защиту от малярии); CCR5 против оспы; AGT и CY3PA против гипертонии; ADH против чувствительных к альдегидам паразитов. Выявлены также недавние генетические мутации, влияющие на физиологические особенности. Классический пример — ген, отвечающий за переносимость лактозы взрослыми людьми; он позволяет употреблять в пищу молоко и молочные продукты. У тибетцев, живущих в высокогорных районах с низким содержанием кислорода в воздухе, появился ген EPAS1, диктующий повышенную продукцию гемоглобина — ключа к успешному существованию на высоте. То, что нам известно об этих фундаментальных процессах, говорит о том, что человек эволюционирует как вид, а также о том, что дальнейшие изменения неизбежны.

Генетики сходятся на том, что большинство «расовых» различий в анатомии и физиологии (то есть таких, которые в достаточной степени «привязаны» к конкретному географическому району) возникли вовсе не под действием локализованного естественного отбора, а в результате эмиграции разных генетических типов и случайных колебаний частот генов в местных популяциях и, следовательно, дрейфа генов. Из этого правила есть исключения, например географическая изменчивость цвета кожи связана с защитой от

ультрафиолета, количество которого возрастает ближе к экватору. Еще одно исключение — «плоские» лица гренландских эскимосов и сибирских бурятов как адаптация, связанная с защитой от сильного холода.

Изменения частоты генов вследствие эволюции на уровне одного гена или их небольшого ансамбля (не важно, на одной хромосоме или нет) носит у биологов название микроэволюции. Это естественный процесс, который, скорее всего, будет продолжаться неопределенно долгое время. Однако в последнее время доминирующими силами микроэволюции стали, вне всякого сомнения, эмиграция и межэтнические браки, и в ближайшем будущем именно они будут в основном уравнивать глобальное распределение генов. Влияние на человечество в целом оказывает беспрецедентно сильный рост уровня генетической изменчивости в локальных популяциях, притом что этот процесс только начинается. Этот рост сочетается со сглаживанием различий *между* популяциями. Теоретически, если процесс будет продолжаться достаточно долго, население Стокгольма в генетическом отношении уподобится населению Чикаго или Лагоса. В целом, число разновидностей генотипов повсеместно увеличивается. Это изменение, уникальное в эволюционной истории человека, открывает захватывающие перспективы огромного повышения разнообразия типов людей, а значит, появления новых представлений о физической красоте и художественной и интеллектуальной гениальности.

По-видимому, географическое «усреднение» *Homo sapiens* неминуемо. Со временем, однако, у этого процесса перехватит пальму первенства еще одна, возможно, последняя, эволюционная сила — намеренная селекция. Генная инженерия (замена генов у эмбрионов) скоро станет реальностью на экспериментальном уровне и будет использована для борьбы с наследственными болезнями. Со временем она станет рутинной медицинской процедурой. Вскоре после этого в зависимости от исхода масштабных и, несомненно, крайне накаленных моральных дебатов генетическая «переделка» нормальных детей на стадии эмбрионов может стать (а может и не стать) процветающей отраслью биомедицинской индустрии. Я надеюсь (и склонен верить, исходя из этических соображений), что эта разновидность евгеники всегда будет под строжайшим запретом — как минимум чтобы человеческое общество смогло избежать разлагающего влияния непотизма и привилегированности, на службу которым она, несомненно, была бы поставлена.

В отличие от многих, я также сомневаюсь в том, что в ближайшем будущем искусственный интеллект превзойдет и, возможно, заменит человеческий разум. Это действительно произойдет в некоторых областях, связанных с хранением данных, вычислениями и синтезом информации. Не исключено, что со временем появятся алгоритмы, имитирующие эмоциональные реакции и процессы принятия решений.

Но такие роботы, сколь бы совершенными и эффективными они ни были, останутся роботами. Если из научного подхода к человеческой природе и следует какой-то вывод, то он заключается в том, что благодаря своей эволюционной истории наш вид исключительно своеобразен как в эмоциональном, так и в интеллектуальном отношении. На каждом этапе пути по эволюционному лабиринту на нашу ДНК ставилась нестираемая печать. Человечество и вправду уникально, возможно, даже в большей мере, чем мы когда-либо полагали. В то же время, хотя сейчас нам нет равных, психически мы лишь один из многих видов гуманоидного или чуть более продвинутого уровня, который мог возникнуть на этой планете или, если нам суждено себя уничтожить, еще сможет возникнуть за оставшиеся биосфере миллиарды лет.

Ученые лишь начинают исследовать нейронные пути и эндокринную регуляцию подсознания, которые оказывают решающее воздействие на чувства, мысли и выбор. Кроме того, сознание состоит далеко не только из этого внутреннего мира, но также из ощущений и сообщений, исходящих из него во все остальные части тела и возвращающихся обратно. Сделать из робота человека — сложнейшая техническая задача. Но не странно ли, что нам так хочется ее решить? Даже когда машинный интеллект многократно превзойдет наш, он и отдаленно не будет похож на человеческое сознание. Нам не нужны такие роботы.

Человеческий разум — наша вотчина. Со всеми причудами, иррациональностью и опасными порождениями, со всеми противоречиями и неэффективностью, биологическое сознание — смысл и квинтэссенция человеческой природы.

11. Прыжок к цивилизации

Антропологам известны три уровня сложности человеческих обществ. В простейшем случае группы охотников-собирателей и небольшие земледельческие общины по большому счету являются эгалитарными, то есть состоят из равноправных членов. Вождями становятся самые умные и храбрые, а когда они стареют и умирают, статус лидера переходит к кому-то другому, необязательно близкому родственнику бывшего вождя. В таких эгалитарных обществах важные решения принимаются на общих пирах, во время массовых торжеств и религиозных праздников. В наше время так живут немногочисленные охотники-собиратели, разбросанные по отдаленным уголкам Южной Америки, Африки и Австралии. Организация их обществ очень похожа на ту, что преобладала в человеческой популяции на протяжении многих тысяч лет до начала неолита.

Следующий уровень сложности представлен вождествами (их также называют ранжированными обществами), которыми правит элитарная прослойка. Когда человек из правящей элиты дряхлеет или умирает, его сменяет член семьи или человек того же родового сословия. Такая форма общественной организации преобладала во всем мире в начале исторических времен. Вожди («большие люди») опираются на авторитет, щедрость и поддержку окружения — а также на возможность расправиться с теми, кто выступает против них. Накопленные племенем излишки они используют для усиления собственной власти, управления торговлей и ведения войн с соседями. Их власть распространяется на жителей одной деревни или нескольких соседних деревень, с которыми они взаимодействуют ежедневно по необходимости. Это означает, что границы одного вождества лежат в полудне пешей ходьбы, то есть в 40–50 км от главной деревни. В интересах вождей самостоятельно принимать даже мельчайшие управленческие решения, потому что передача полномочий, вероятнее всего, повлечет за собой мятеж или раскол. Распространенная тактика — это подавление подчиненных и нагнетание страха перед другими вождествами.

Государство — заключительная стадия культурной эволюции обществ — имеет централизованную власть. Правитель осуществляет свои полномочия не только в столице и пригородах, но и в других поселениях, провинциях и так далее, расположенных на расстоянии более одного дня пешего пути, а значит, за пределами непосредственного общения с правителем. Такую обширную территорию, объединенную сложным общественным порядком и системой коммуникаций, не может контролировать один человек. Поэтому власть на местах делегируется наместникам, губернаторам и другим правителям «второго порядка». В таком государстве развита бюрократия. Существует распределение ответственности: есть солдаты, строители, чиновники и священнослужители. Если государство многолюдно и богато, появляются общественные услуги — искусства, науки, образование, поначалу поставленные на службу элите, но впоследствии проникающие в широкие слои населения. Правители таких государств восседают на троне — настоящем или воображаемом. Они заручаются поддержкой жрецов и отправляют ритуалы верности богам, тем самым наделяя себя божественными полномочиями.

Подъем к вершинам цивилизации — от равноправной общины к вождеству и далее к государству — происходил за счет культурной эволюции, а не генетических изменений. Это был «подпружиненный» скачок, напоминающий переход насекомых от скоплений к семьям и далее к настоящим эусоциальным колониям, но гораздо более масштабный.

Среди антропологов преобладает теория, что если племена имеют хоть какую-то возможность расширить свою территорию (например, за счет агрессии или технических достижений), они используют эту возможность и получают в свое распоряжение дополнительные ресурсы. Далее они по возможности продолжают расширять сферу своего

влияния и расцветают в империи — или же распадаются на соперничающие государства. С увеличением территории приходит усложнение организации. И тогда, как любая физическая или биологическая система, общество должно выработать иерархический контроль, позволяющий ему быть стабильным и целостным. На государственном уровне иерархия представляет собой систему, состоящую из взаимодействующих подсистем, каждая из которых тоже построена по иерархическому принципу. По этой системе можно постепенно спуститься до нижнего иерархического уровня, в данном случае конкретного индивидуума — гражданина государства. Настоящую систему можно «разложить» на взаимодействующие друг с другом подсистемы (например, пехотные роты или муниципалитеты). При этом индивидуумы в одной подсистеме не обязаны взаимодействовать с индивидуумами в другой на одном уровне. Такая «высокоразложимая» система, скорее всего, будет функционировать лучше, чем система, не обладающая свойством разложимости. Как писал Герберт Саймон[11] в своей новаторской статье «Описание сложности в самовоспроизводящихся системах»: «Исходя из теоретических предпосылок, можно ожидать, что в мире, где сложное возникает из простого, сложные системы будут основаны на иерархическом принципе. Иерархии, взятые в динамике, имеют одно свойство, а именно *почти разложимость,* которое многократно упрощает их поведение.

Почти разложимость упрощает и описание сложной системы, так что нам становится немного легче понять, как может храниться, не выходя за разумные пределы сложности, информация, необходимая для ее развития или воспроизведения».

Если приложить этот принцип к культурной эволюции от простого общества к государству, то получится, что, во-первых, иерархические общества должны функционировать успешнее, чем неорганизованные ассоциации, а во-вторых, что правителям легче понять устройство таких государств, а значит, и управлять ими. Иными словами, не ждите ничего хорошего, если конвейерные рабочие начнут голосовать на заседаниях правления, а новобранцы — планировать военные кампании.

Почему я называю эволюцию человеческих обществ в сторону большей цивилизованности культурной, а не генетической? Есть много разнообразных доказательств справедливости такого подхода. Не в последнюю очередь стоит указать на тот факт, что дети охотников-собирателей, выросшие у приемных родителей в технологически развитых обществах, становятся их полноценными членами, несмотря на то что между расхождением предковой линии ребенка и его приемных родителей пролегает пропасть в 45 000 лет (например, у детей австралийских аборигенов, выросших в белых семьях). За это время под совместным воздействием естественного отбора и дрейфа генов между человеческими популяциями успели появиться генетические различия. Однако, как я уже говорил, они в основном затрагивали признаки, связанные с устойчивостью к определенным болезням и адаптацией к местному климату и пище. Ученые не обнаружили статистически достоверных межпопуляционных генетических различий, затрагивающих миндалевидное тело и другие центры формирования эмоций. Не выявлено и генетических изменений, которые диктовали бы средние межпопуляционные различия в глубинных когнитивных процессах, касающихся языка и математических способностей (хотя не исключено, что они еще будут открыты).

Ярлыки, которые люди склонны вешать на представителей конкретных наций, стран и городов, тоже могут быть отчасти связаны с наследственностью. Но в целом имеющиеся данные говорят о том, что такие различия имеют исторические и культурные, а не генетические корни. Наследственная изменчивость между разными культурами, если она и существует, кажется мизерной в генетико-эволюционной перспективе. Итальянцы, возможно, действительно более разговорчивы, чем представители других национальностей, англичане — более сдержанны, японцы — более вежливы и т. д., но межпопуляционная

---

[11] Герберт Саймон (1916–2001) — американский социолог, политик и экономист, лауреат Нобелевской премии по экономике (1978).

изменчивость средних значений этих личностных черт несравнимо меньше, чем их изменчивость в пределах каждой популяции. Более того, как это ни удивительно, уровень этой изменчивости очень схож в разных популяциях. Вот что пишет, например, американский психолог Ричард Робинс о своей жизни в глухой деревушке в Буркина-Фасо на западе Африки:

> «Я не уставал удивляться тому, что эти люди казались мне очень чужими и одновременно очень знакомыми. При всем своеобразии культурных традиций и обычаев, буркинийцы, насколько я мог судить, влюбляются, ненавидят соседей, заботятся о своих детях почти так же (и во многом по тем же причинам), что и люди в других уголках Земли. Похоже, что через ментальность и общественное поведение людей всех наций, культур и этнических групп проходит некий общий стержень. Даже столь разные страны, как Буркина-Фасо и США, не слишком отличаются в том, что касается среднестатистических личностных тенденцией их жителей.
>
> …На фоне этих общечеловеческих свойств хорошо видно, что существует и индивидуальная вариабельность. Некоторые буркинийцы (или американцы) застенчивы, а некоторые общительны, одни дружелюбны, а другие неприветливы, некоторые стремятся занять высокое положение в обществе, в то время как другим это безразлично».

Широкий круг описанных психологами личностных особенностей можно условно разделить на пять крупных секторов. Это так называемая «большая пятерка» личностных факторов — экстраверсия (или интроверсия), доброжелательность (или конфликтность), добросовестность, невротизм и открытость опыту. В популяциях каждый из этих «секторов» содержит существенный элемент наследуемости — примерно от одной до двух третей. Это значит, что в таких пределах варьирует доля общей изменчивости показателей по каждому фактору, объясняемая генетической изменчивостью особей. Таким образом, одна лишь наследственность уже заключает в себе значительную долю вариаций в любой популяции — например, среди жителей буркинийской деревни. На практике наследственность сочетается с различиями в личном опыте (особенно важен опыт, приобретенный в детстве), и в результате уровень изменчивости оказывается еще более высоким, но при этом более или менее одинаковым в разных деревнях и в разных странах.

Повсеместно ли существует такая значительная вариабельность и различается ли ее уровень между разными популяциями, а если да, то насколько? Да, она всегда значительна, и ее уровень одинаково высок во всех человеческих популяциях. Такой ответ дает поразительное исследование, проведенное командой из 87 ученых и опубликованное в 2005 г. Степень изменчивости личностных черт была очень схожей во всех 49 изученных культурах. Основные тенденции «большой пятерки» личностных черт различались мало, да и те различия, что нашлись, шли вразрез с привычными стереотипами о представителях других культур.

Еще одним основанием для сомнений в наличии генетических культурных различий между человеческими популяциями является почти одновременное (если сравнивать с огромным геологическим разбросом эволюционных изменений человеческой анатомии) появление цивилизаций-государств в шести наиболее хорошо изученных местах по всему миру. Все эти цивилизации возникали вскоре после одомашнивания сельскохозяйственных культур и животных, хотя в других местах, где одомашнивание уже произошло, государства еще не появились. Самое раннее первичное государство (надо оговориться — самое раннее из возникших независимо друг от друга) возникло в Иераконполе, между Верхним Египтом и Нижней Нубией, в 3400–3200 годы до н. э. Поселения хараппской цивилизации (долина Инда на территории современного Пакистана и северо-западной Индии) превратились в государство к 2900 году до н. э. А в Китае самое раннее первичное государство возникло, по-видимому, в Эрлитоу в 1800–1500 годы до н. э. Наконец, самое раннее первичное

государство в Новом Свете появилось в долине Оаксака (Мексика) между 100 годом до н. э. и 200 годом н. э. А на пустынном северном побережье Перу в 200–400 годы н. э. независимо возникло государство Мочика.

Маловероятно, что первичные государства появились по всему миру в результате конвергентной генетической эволюции. Почти наверняка они возникли независимо в результате развития генетических предрасположенностей, унаследованных от общих предков, покинувших Африку примерно 60 000 лет назад. Подтверждение тому — относительно быстрое возникновение первичного государства на гавайском острове Мауи. Доисторические поселенцы, владевшие навыками земледелия, высадились на этом острове, видимо, около 1400 г. н. э. К 1600 г. на острове было значительное население, строились храмы, один правитель взял под контроль две прежде независимые деревни. Государство на Мауи возникло куда быстрее, чем в долине Оаксака, где от образования первой деревни до сооружения первого государственного храма прошло 1300 лет.

К началу расселения из Африки люди процарапывали узоры на страусиных яйцах. Еще раньше (100 000-70 000 лет назад) в их обиходе были красная охра, бусы из раковин и орудия труда. Эти артефакты не уступают по сложности поделкам современных охотников-собирателей, а ведь древнейшие из них находятся на временной шкале ровно посередине между нашим временем и возникновением анатомически современного *Homo sapiens.*

Таблица 11–1. Происхождение самых ранних независимо возникших государств в Новом свете, по данным археологических раскопок в долине Оаксака (Мексика).

[Источник: Charles S. Spencer, «Territorial expansion and primary state formation», Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 107(16): 7119–7126 (2010) (с изменениями).]

	Уровни иерархии поселения	Дворец	Храм с несколькими помещениями	Завоевания удаленных земель	Интеграция поселений во всей долине
200 год н. э.	4	Да	Да	Да	Да
100 лет до н. э.	4	Да	Да	Да	Нет
300 лет до н. э.	3	Нет	Нет	Нет	Нет
500 лет до н. э.	3	Нет	Нет	Нет	Нет
700 лет до н. э.					

Зачатки цивилизации появлялись сразу после возникновения земледелия, а иногда и чуть раньше. В местечке Гёбекли-Тепе на реке Евфрат (Турция) археологи раскопали храм, которому около и 000 лет. Он стоит на холме и украшен колоннами и каменными плитами с изображениями зверей — в основном это крокодилы, кабаны, львы и грифы (и один скорпион). Среди них есть и неизвестные чудовища, возможно, являвшиеся резчикам в ночных кошмарах или галлюцинациях. Некоторые исследователи считают, что, поскольку рядом с храмом не было найдено никаких следов деревень, его могли построить кочевники, лишь изредка собиравшиеся вместе для религиозных церемоний. Другие исследователи придерживаются иной точки зрения, полагая, что со временем еще будут раскопаны соседние деревни, которые могли прокормить всех строителей храма.

Есть правило, одинаково справедливое как для археологии, так и для палеонтологии: сколь бы древними ни были самые ранние ископаемые останки или свидетельства определенной человеческой деятельности, со временем всегда найдутся еще более древние. Это правило отлично подтверждается в случае письменности. Шумерская (Месопотамия) и ранняя египетская письменность, которые считаются древнейшими, возникли 6400 лет назад, то есть на полпути между неолитом и современностью. Далее следуют письменность хараппской культуры (долина Инда; 4500 лет назад), письменность династии Шан (Китай, 3500–3200 лет назад) и ольмеков (Центральная Америка, 2900 лет назад). Однако все эти

древние письмена остаются загадкой. Не всегда понятно, представляют ли разнообразные клинописные знаки и пиктограммы абстракции или, наоборот, реальные объекты, обозначают ли они слоги и звуки или, напротив, концепции, выраженные неизвестными словами давно исчезнувшего языка? Но никто из ученых не сомневается, что письменные записи давали их создателям огромные преимущества.

Если переход от вождеств к государствам носил культурный характер и основывался на уже заложенных предпосылках, то чем же объясняется пропасть, пролегающая между современными человеческими обществами? Она огромна. Если расположить страны в порядке убывания дохода на душу населения, то первые 10 % окажутся в среднем в тридцать раз богаче, чем последние, а самая богатая страна — в сто раз богаче самой бедной. За этими цифрами стоит невообразимый разрыв в уровне жизни. Население беднейших стран — больше 1 млрд людей (около 15 % всего населения Земли) — живет, согласно классификации ООН, в «абсолютной бедности». У них нет ни крыши над головой, ни чистой воды, ни ассенизации, они не могут рассчитывать ни на медицинскую помощь, ни на образование для своих детей, они не знают даже, смогут ли завтра поесть. Жители относительно богатых стран, некоторые из которых не так уж далеко отстоят от бедных, пользуются этими благами как чем-то само собой разумеющимся (а также многими другими, например оплачиваемым отпуском и воздушным транспортом). Откуда взялась такая разница? Джаред Даймонд, автор знаменитой книги «Ружья, микробы и сталь. Судьбы человеческих обществ» (1997), а также шведские экономисты, в том числе Дуглас Гиббс-младший и Ола Ольссон, считают, что убедительный ответ на этот вопрос дает нам география. Непосредственно перед возникновением земледелия около 10 000 лет назад определенное сочетание условий дало жителям Евразии огромное преимущество, сыгравшее ключевую роль в надвигающейся культурной революции. Размеры этого континента, раскинувшегося вширь; с востока на запад, а также «довесок» в виде плодородных земель по периметру Средиземного моря привели к тому, что в Евразии оказалось гораздо больше пригодных для одомашнивания животных и растений, чем на других континентах и островах. Знания о том, как выращивать полезные культуры, держать животных, накапливать и хранить излишки урожая, быстро распространялись от деревни к деревне, а потом по растущим территориям ранних государств. Культурная революция времен неолита была следствием физико-географических условий, а не каких-то специфических изменений генома жителей евразийского континента.

III. Как общественные насекомые завоевывали Землю

12. Появление эусоциальности

В поисках ключа к загадке происхождения человеческой природы не следует ограничиваться изучением вида *Homo sapiens,* ведь общественная жизнь — не прерогатива человечества. Ключ следует искать в эволюции общественной жизни во всем животном царстве.

Если, не довольствуясь одним лишь «человеческим» аспектом, рассмотреть всю панораму общественного поведения животных, станет ясно видна закономерность, прежде ускользавшая от внимания эволюционных биологов. Она представлена двумя явлениями, которые связаны отношениями причины и следствия. Во-первых, доминирующее положение среди наземных животных занимают виды с самой сложной социальной организацией. Во-вторых, в истории животного царства такие виды возникали очень редко. Для их появления необходима долгая последовательность предварительных шагов, растянутых на миллионы лет эволюции. Человек — один из таких видов.

Самая сложная организация характерна для так называемых эусоциальных видов («эусоциальность» буквально означает «настоящая» социальность). Эусоциальная группа,

например колония муравьев, состоит из представителей нескольких поколений. В ней существует разделение труда, основанное, по крайней мере на первый взгляд, на альтруизме. Некоторые члены группы заняты трудом, сокращающим продолжительность жизни, плодовитость или и то и другое. За счет их «жертвенности» другие члены группы, выполняющие репродуктивную функцию, дольше живут и, соответственно, производят больше потомков.

В развитых обществах не только родители жертвуют собой ради потомства. Альтруизм распространяется на родственников по боковой линии, включая братьев и сестер, племянников и племянниц, двоюродных и троюродных родственников и так далее, а иногда и на генетически неродственных особей.

При конкуренции за ресурсы эусоциальная колония обладает множеством существенных преимуществ перед одиночными животными. Пока одни члены колонии ищут пищу, другие защищают гнездо от врагов. Животное-одиночка другого вида может делать либо одно, либо другое по отдельности, но никак не одновременно. Колония может, в основном оставаясь в гнезде и рядом с ним, выслать во все стороны фуражиров, образовав таким образом наблюдательную сеть. Когда кто-то из фуражиров найдет пищу, он сообщит об этом — и другие быстро стянутся к указанному месту. «Товарищи по гнезду» могут выступать единым фронтом при столкновениях с конкурентами и врагами. Они могут оперативно перетащить в гнездо большое количество пищи до прибытия конкурентов. При наличии многочисленных рабочих-строителей можно быстро расширить гнездо, усовершенствовать его архитектуру, улучшить защищенность входов. Можно даже создать в гнезде систему кондиционирования воздуха. Африканские термиты и американские муравьи-листорезы довели такую систему до совершенства: их гнезда устроены так, что свежий воздух поступает и циркулирует автоматически, без каких-либо дополнительных действий со стороны обитателей.

Большие колонии некоторых видов могут формировать настоящие войска и прибегать к массовым атакам, одолевая добычу, недоступную одиночным животным. Яркий пример — африканские муравьи-кочевники, или муравьи-легионеры. Они движутся колоннами численностью до нескольких миллионов особей, поглощая всех мелких животных, которые попадаются им на пути. Орды таких муравьев уникальны среди насекомых еще и своей способностью нападать на большие колонии термитов, ос и других муравьев, а затем поедать побежденных.

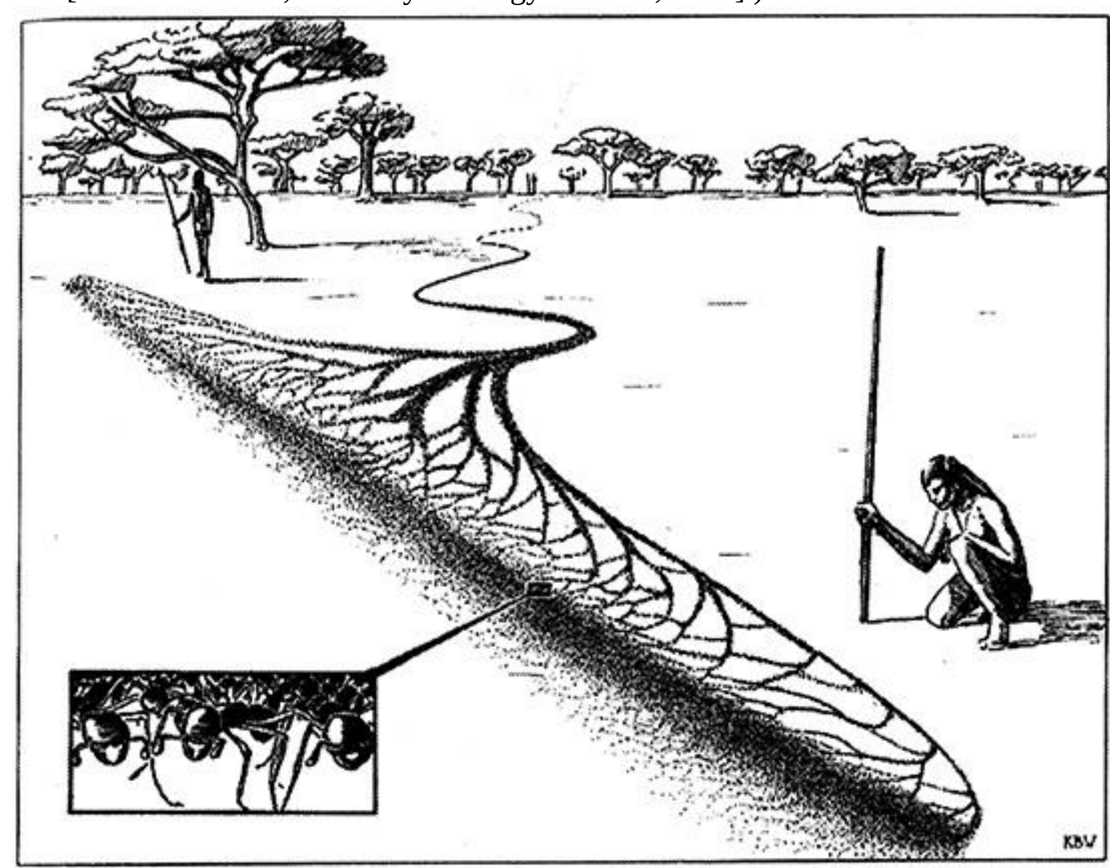
Двадцать тысяч видов эусоциальных насекомых (в основном муравьев, пчел, ос и термитов) составляют лишь 2 % от примерно 1 млн всех известных нам видов насекомых. Тем не менее, сточки зрения численности, биомассы и воздействия на окружающую среду это меньшинство доминирует в мире шестиногих. Положение эусоциальных насекомых среди беспозвоночных сравнимо с положением людей среди позвоночных, но мир беспозвоночных обширнее и многообразнее. Если не брать в расчет микроорганизмов и круглых червей, то эусоциальных насекомых можно считать миниатюрными заправилами наземного мира.

Муравьи-портные — одни из самых многочисленных насекомых в древесных кронах тропических лесов от Африки до Азии и Австралии. Строительство их воздушных гнезд начинается с того, что муравьи, образуя живые цепочки, стягивают вместе листья и ветки деревьев. Затем другие муравьи подтаскивают к гнезду личинок и скрепляют стены, прядя шелковичную нить. Наконец они оборачивают свое гнездо (размером с футбольный мяч) шелковыми полотнищами. Одна колония муравьев-портных, состоящая из царицы и сотен тысяч рабочих особей — ее дочерей, занимает сотни таких воздушных павильонов и может одновременно контролировать несколько деревьев.

От Луизианы до Аргентины огромные колонии муравьев-листорезов — самых сложноорганизованных общественных существ после людей — строят города и занимаются сельским хозяйством. Рабочие муравьи отгрызают кусочки растений, тащат их в гнездо и там пережевывают в мульчу, которую удобряют собственными экскрементами. На этой

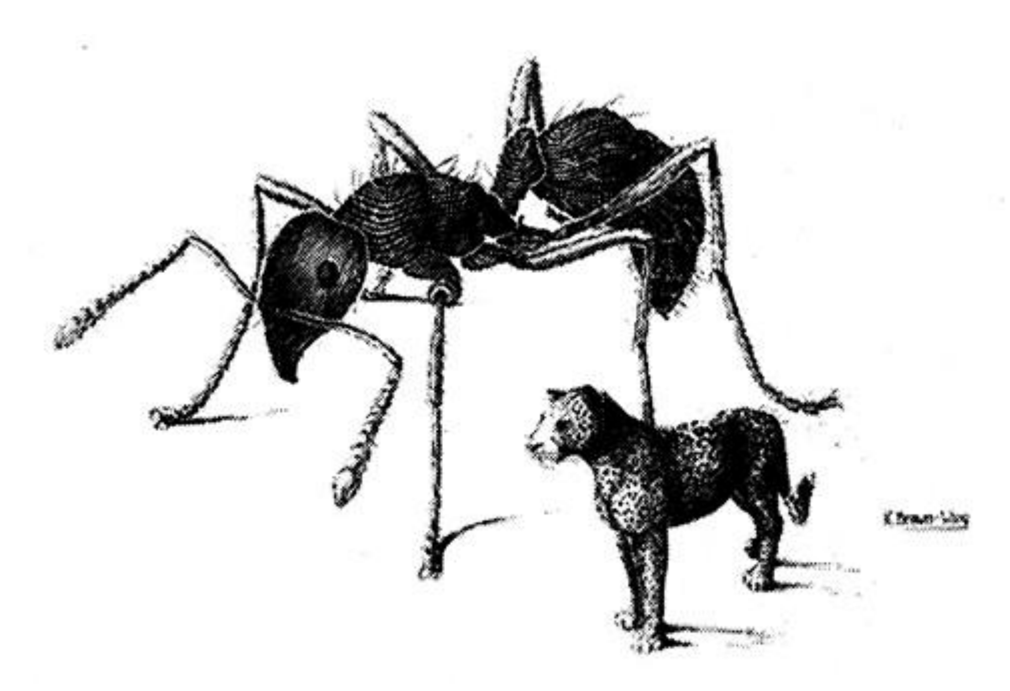
плодородной почве они разводят главную культуру — определенный, не встречающийся больше нигде вид гриба. Их хозяйство построено по конвейерному принципу: специализированные касты отвечают за разные этапы процесса, от заготовки сырья до сбора урожая и распределения пищи среди обитателей колонии.

Рис. 12–1. Два завоевателя Земли. Общественные насекомые — владыки мира насекомых. Африканские муравьи-легионеры живут колониями размером до 20 млн особей. На рисунке — отряд фуражиров одного из видов муравьев-легионеров отправился на поиски пищи. (Источник: Edward O. Wilson, Success and Dominance in Ecosystems: The Case of the Social Insects [Oldendorf/Luhe, Germany: Ecology Institute, 1990].)



Двое немецких ученых проделали титаническую работу по определению веса всех животных, обитающих на одном гектаре амазонского тропического леса. Муравьи и термиты, вместе взятые, составили почти две трети от массы всех насекомых, а общественные пчелы и осы — одну десятую. Одни только муравьи перевесили всех наземных позвоночных (млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и земноводных, вместе взятых). Еще в одном исследовании, проведенном в бассейне Амазонки, было показано, что две трети насекомых в верхнем ярусе леса — это муравьи.

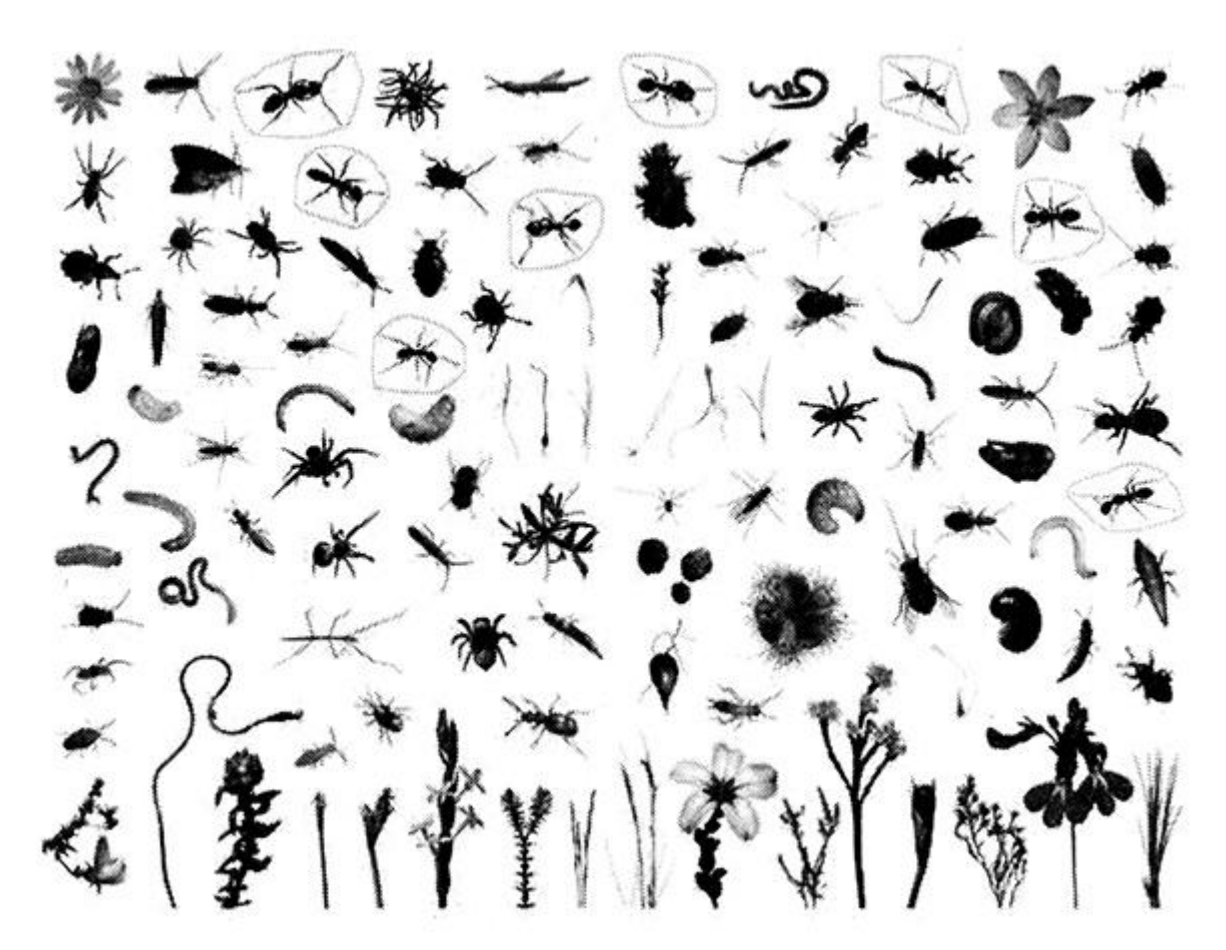
Рис. 12–2. На одном обычном участке амазонского леса муравьи, как выяснилось, вчетверо перевесили млекопитающих (представленных на рисунке ягуаром). (Источник: Edward O. Wilson, Success and Dominance in Ecosystems: The Case of the Social Insects [Oldendorf/Luhe, Germany; Ecology Institute, 1990]. Основано на: E. J. Fittkau and H. Klinge, «On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem», Biotropica 5(1): 2–14 [1973].)



Нельзя сказать, что вся наша планета покрыта таким плотным муравьиным покровом. В прохладных хвойных лесах обоих полушарий их гораздо меньше, а за Полярным кругом и выше границы лесов в тропических горах они исчезают совсем Муравьев нет в Исландии, Гренландии, на Фолклендских островах, на Южной Георгии и других островах рядом с Антарктидой. Нет смысла искать их и на суровых берегах Огненной Земли. Но во всех остальных уголках Земли они процветают. Муравьи доминируют в самых разных наземных местообитаниях, от лесов до пустынь, и подходят к самой границе суши, населяя болота, мангровые заросли и взморья. Я изучал три основных арктических вида муравьев чуть выше границы леса на горе Вашингтон (Нью-Хэмпшир), где они сновали повсюду, строили гнезда в укрытиях под камнями, чтобы собрать солнечное тепло, и успевали размножиться и вырастить личинок, прежде чем закрыть гнезда на зиму после первых сентябрьских морозов. А вот найти муравьев в саговниковых саваннах выше верхней границы лесов на хребте Сарувагет (Папуа — Новая Гвинея) мне не удалось. Ледяные дожди ежедневно обрушиваются на всех, кто осмелится остаться в этих негостеприимных местах, будь то муравьи или их исследователи.

Рис. 12–3. Вездесущие муравьи. На рисунке показано разнообразие мелких организмов в одном кубическом футе[12] почвы и листового опада вокруг дерева рода Reus в тропическом лесу около Монтеверде (Коста-Рика). Восемь из ста животных на рисунке — муравьи (обведены тонкой линией). (Источник: Edward O. Wilson, «One cubic foot», David Liittschwager National Geographic, February 2010, pp. 62–83. Фотография: David Liittschwager. David Liittschwager / National Geographic Stock.)

[12] Приблизительно 28,3 литра. — *Примеч. перев.*



Эусоциальные насекомые невообразимо древнее людей. Муравьи, как и их питающиеся древесиной родичи — термиты, возникли примерно в середине мезозоя, то есть более 120 млн лет назад. Первые гоминиды с организованными обществами и разделением труда появились всего 3 млн лет назад.

Чтобы прочувствовать эту разницу, представьте, если угодно, очень дальнего родственника первых приматов — мелкое млекопитающее, снующее по лесам раннего мелового периода в поисках яиц динозавров. Взбираясь на поваленное дерево, оно проломило задней лапой кору. Бревно оказалось трухлявым, так как над ним уже поработали грибы, жуки и примитивные термиты рода *Zootermopsis* . Устроила гнездо в гнилой древесине и колония древнейших муравьев (возможно, *Sphecomyrma),* внешне похожих на ос. Огромное количество муравьев тут же набрасывается на лапу незадачливого животного, немилосердно кусая ее. Млекопитающее — наш предок — спрыгивает на землю и пытается стряхнуть с себя кусачих насекомых. А если бы в трухлявом бревне жила одиночная оса размером с такого муравья, животное просто не заметило бы ее.

Теперь перенесемся на 100 млн лет вперед — в настоящее время. Гуляя по лесу, вы — потомок искусанного муравьями млекопитающего — наступаете на гнилое сосновое бревно — дальнего потомка того мелового дерева. Потомки меловых термитов тут же бросаются прочь и жмутся по стенкам своего темного укрытия, как это делали их древние прародители. Потомки древней колонии муравьев, наоборот, начинают кусать вас за ногу, совсем как их мезозойские предки. Они и мы — гегемоны сухопутного мира. Разница в том, что, пока мы не доросли до общественного уровня, термиты и муравьи безраздельно господствовали на Земле на протяжении сотни миллионов лет.

Рис. 12–4. Муравьиная битва. Фуражиры (сверху справа) из колонии муравьев *Pheidole dentata* (черного цвета) обнаружили чужаков — огненных муравьев *Solenopsis invicta* (красного цвета) — и вступили с ними в бой. Самые умелые воины среди *Pheidole dentata* — крупноголовые муравьи-солдаты, разделывающиеся с врагами при помощи своих мощных

жвал. (Иллюстрация © Margaret Nelson.)



Первые муравьи произошли от одиночных крылатых ос. В процессе эволюции рабочие особи первых колоний приспособились к ползанию на земле, под землей и в лесной подстилке, а затем и по растительности. На этом этапе они навсегда разучились летать. Муравьиная матка сохранила эту способность, но ее полет был недолог — взлетев, она испускала феромоны, чтобы привлечь крылатого же самца и спариться с ним. Приземлившись, они давали начало новой колонии и никогда больше не поднимались в воздух. В процессе дальнейшей эволюции мезозойские муравьи научились строить свои маленькие, основанные на инстинкте цивилизации, обосновавшись везде, где на поверхности была гниющая растительность, а также проникнув глубоко под землю.

Рис. 12–5. Гнезда колонии термитов африканского рода *Macrotermes* . Сверху — поперечный разрез гнезда диаметром 30 м. Снизу — поперечный разрез гнезда, показывающий архитектурные решения, с помощью которых осуществляется кондиционирование воздуха. Воздух в середине гнезда нагревается за счет жизнедеятельности термитов, поднимается вверх и выходит через верхние отверстия термитника. Свежий воздух затягивается по подземным каналам, расположенным на периферии гнезда. За счет постоянных воздушных токов температура, содержание кислорода и углекислого газа в гнезде, где живут до миллиона термитов, поддерживаются на практически постоянном уровне. (Источник (с изменениями): Edward O. Wilson, The Insect Societies [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971]. Основано на исследовании Martin Lüscher.)

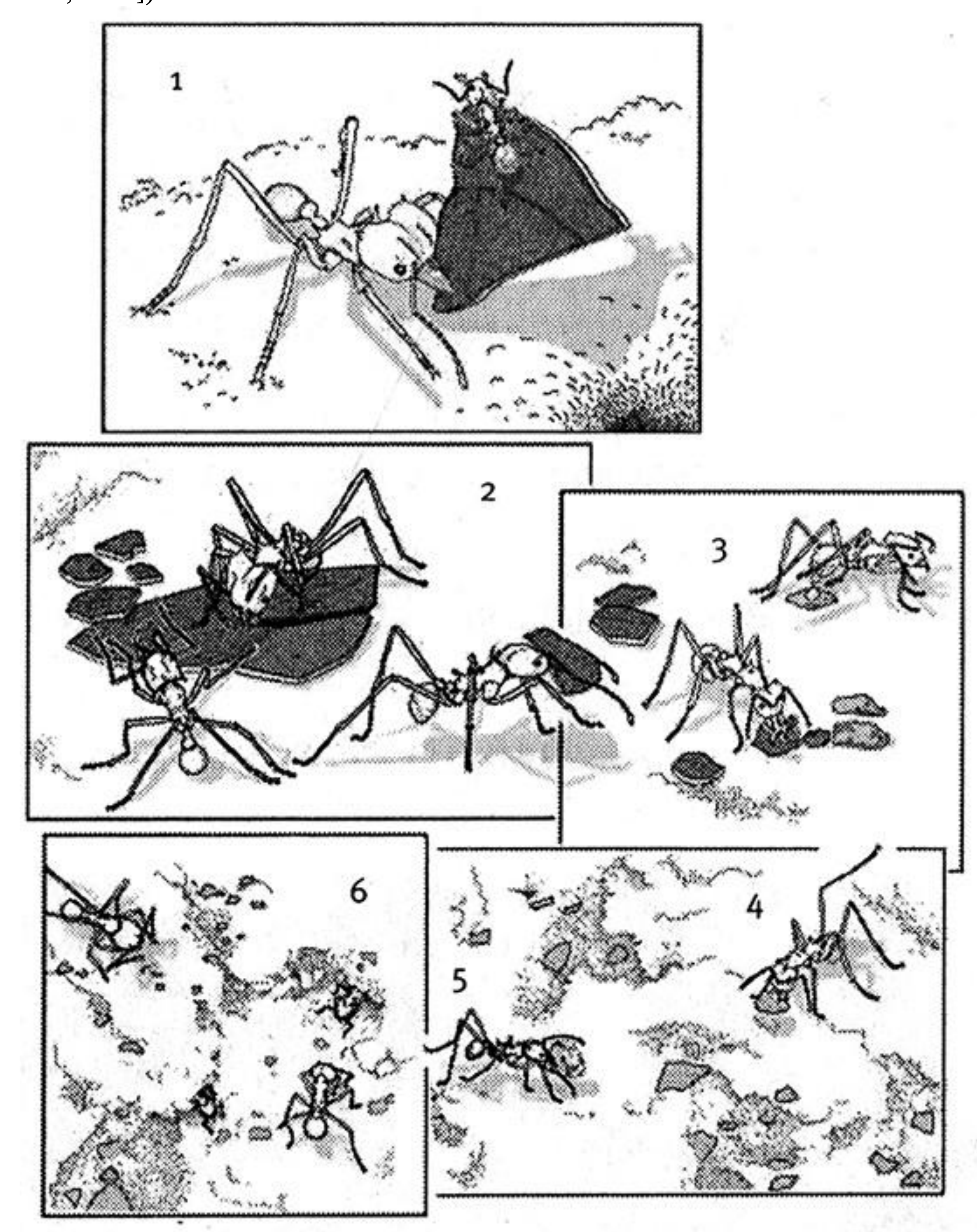




Проходили десятки миллионов лет, и по мере возникновения новых видов организация муравьев усложнялась. Многие муравьи стали хищниками, и потомки этих первых охотников на насекомых, пауков и мокриц живут на Земле по сей день. Другие муравьи взяли на себя функции гробовщиков, уничтожая останки мелких животных. Огромное значение для наземных экосистем имеет роль муравьев в перемешивании почвы — в этом отношении муравьи превосходят даже дождевых червей.

Рис. 12–6. Конвейерная линия муравьев-листорезов. Эти насекомые, доминирующие в американских тропических экосистемах, демонстрируют самое сложное общественное поведение, известное у животных. (1) Крупные рабочие особи выходят на поиски свежей растительности, срезают куски и затаскивают в гнездо; мелкие рабочие особи сопровождают их, защищая от нападения паразитических мух. (2) Внутри гнезда мелкие рабочие особи нарезают принесенный материал на кусочки шириной около 1 мм. (3) Еще более мелкие рабочие особи пережевывают эти кусочки в мягкую массу. (4, 5) Совсем мелкие рабочие попеременно добавляют ее в «огород» или обихаживают растущий в нем гриб. (Источник: Bert Hölldobler and Edward O. Wilson, The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct [New York:

W. W. Norton, 2011])



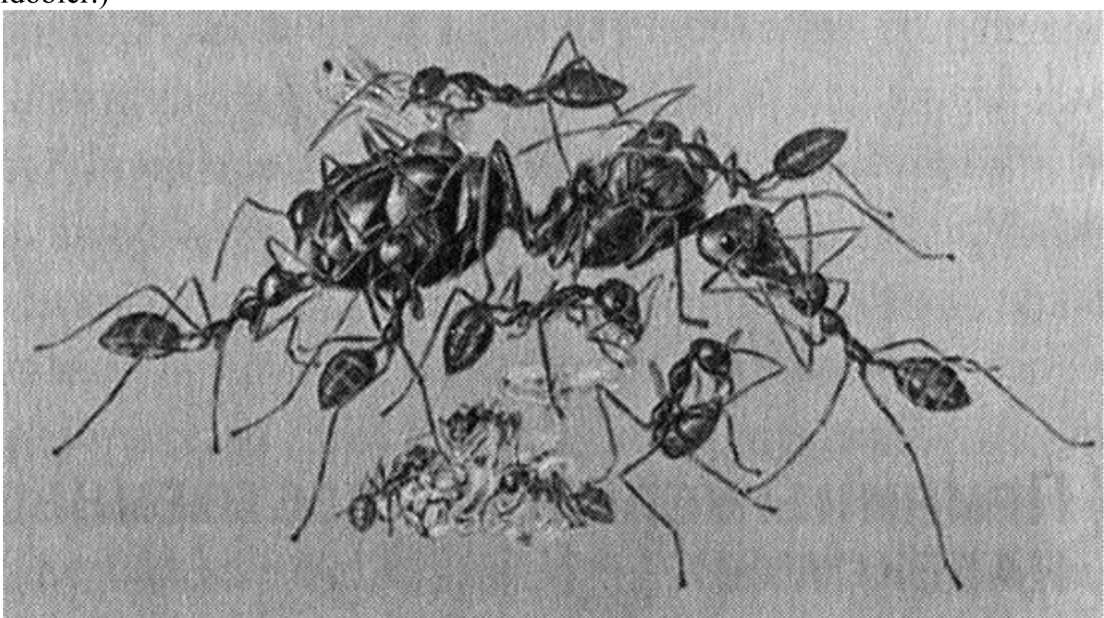
По моим — очень грубым! — подсчетам, в данный момент на нашей планете живет 1016 (10 000 трлн) муравьев. Если считать, что вес среднестатистического муравья составляет одну миллионную часть веса среднестатистического человека, то, поскольку муравьев в миллион раз больше, чем людей (нас 1010), общая масса муравьев на Земле примерно равна общей массе людей. На самом деле это не так уж много. Если бы можно было собрать вместе и сложить штабелем всех людей, получился бы куб со стороной около полутора километров. Если проделать то же самое с муравьями, получится куб такого же размера. Оба этих штабеля легко поместились бы в одном из ущелий Большого Каньона реки Колорадо. Так что, если брать в рас чет только протоплазму, два завоевателя Земли представляют собой не слишком внушительное зрелище. Но до чего же тонкая эта работа природы — а мы, люди, к тому же способны наблюдать и сравнивать.

Рис. 12–7. Рабочие особи азиатского муравья-портного (*Oecophylla imaraadina*) строят

воздушные павильоны на деревьях. Стянув листья так, чтобы получилось гнездо нужной формы, они скрепляют их шелковичными нитями, пользуясь личинкой как тюбиком с клеем. (Источник: Bert Hölldobler and Edward O. Wilson, The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies [New York: W. W. Norton, 2009]. Photo by Bert Hölldobler.)



Рис. 12–8. Касты в колонии африканских муравьев-портных (*Oecophylla longinoda*). Крупные рабочие кормят муравьиную матчу и ухаживают за ней. Мелкие рабочие заботятся о яйцах, личинках и куколках. Другие крупные особи строят воздушные гнезда, стены которых скреплены личиночным шелком. (Источник: George F. Oster and Edward O. Wilson, Caste and Ecology in the Social Insects [Princeton, NJ: Princeton University Press, 1978]. Рисунок: Turid Hölldobler.)



13. Причины успеха общественных насекомых

Сейчас я расскажу вам историю (которая прояснилась за последние пятьдесят лет и не без моего участия) о том, как общественные насекомые добились господствующего положения среди наземных беспозвоночных. Эти миниатюрные завоеватели не вторглись на Землю внезапным десантом. Они внедрялись в окружающую среду исподволь, небольшими шажками, каждый из которых занимал миллионы лет. Поначалу общественные насекомые были обычными, скорее даже редкими обитателями мезозойских лесов и лугов. В процессе эволюции у них появились затем определенные поведенческие и физиологические признаки, сравнимые с научно-техническими открытиями человечества. Эти эволюционные новшества позволили им занять новые экологические ниши. Их контроль над окружающей средой усиливался, численность росла. К середине эоцена, то есть 50 млн лет назад, общественные насекомые стали наиболее многочисленными среди наземных беспозвоночных среднего и большого размера.

На момент появления первых муравьев, то есть в конце юрского или в начале мелового периода, в тех же экосистемах, хотя и в совсем других экологических нишах, уже десятки миллионов лет процветали термиты — потомки тараканообразных насекомых, появившихся еще на 100 млн лет раньше, в палеозое. (Небольшое отступление: хочу сразу ответить на часто задаваемый вопрос: как отличить термитов от муравьев? Очень просто — у термитов нет «талии».) Термиты освоили переваривание мертвой древесины и другой растительной пищи за счет симбиоза с кишечными бактериями и простейшими, способными разлагать лигнин. Спустя значительное время наиболее продвинутые виды термитов стали строить настоящие города: подобно муравьям-листорезам, они культивировали съедобный гриб в сложных автоматически кондиционируемых гнездах. У них появились многочисленные специализированные касты и разделение труда.

В каком-то смысле муравьи все-таки взяли верх над империями термитов, ведь многие виды муравьев питаются термитами, а обратные случаи неизвестны. Однако, хоть им и была суждена великая судьба, муравьи «возвысились» далеко не сразу. Более 30 млн лет, до конца мезозойской эры, они не выделялись на фоне огромного разнообразия одиночных насекомых. В поисках первых муравьев энтомологи, и я в их числе, тщательно просмотрели тысячи кусочков мезозойского янтаря. Нам удалось найти «муравьиных праотцев» в отложениях соответствующего возраста в Нью-Джерси, Алберте, Сибири и Бирме, но даже после масштабных поисков в нашем распоряжении оказалось лишь менее тысячи экземпляров, что совсем немного по сравнению с другими насекомыми в ископаемых смолах. При этом разброс возраста этих находок составил миллионы лет.

Ископаемые остатки древнейших муравьев долгое время были неизвестны ученым. Мезозойская эра, на протяжении которой разворачивались начальные этапы эволюции этой группы, оставалась белым пятном. Затем, в 1967 году, два коллекционера-любителя из Нью-Джерси прислали мне кусочек окаменелой смолы метасеквойи позднего мелового периода, возраст которой составляет около 90 млн лет. В прозрачном янтаре лежали бок о бок два прекрасно сохранившихся рабочих муравья. Они были почти вдвое старше самого старого известного на тот момент представителя группы. Держа на ладони кусочек ископаемой смолы, я понимал, что мне первому приоткрылась завеса над началом истории одной из двух групп насекомых, добившихся наибольшего эволюционного успеха. Это был один из самых волнующих моментов моей жизни (но я не удивлюсь, если такая реакция на ископаемое насекомое покажется читателю несколько странной). От волнения у меня дрогнула рука, и я выронил драгоценный кусочек. Он упал на пол и раскололся пополам. Я замер в ужасе, словно по собственной неуклюжести разбил бесценную китайскую вазу. Однако в тот день удача была на моей стороне. В каждом кусочке осталось по неповрежденному муравью, и теперь их можно было отшлифовать по отдельности. Внимательное изучение показало, что морфологически эти первые муравьи отчасти похожи на современных муравьев, а отчасти на ос, от одной из линий которых они и произошли. Сочетанием «муравьиных» и «осиных»

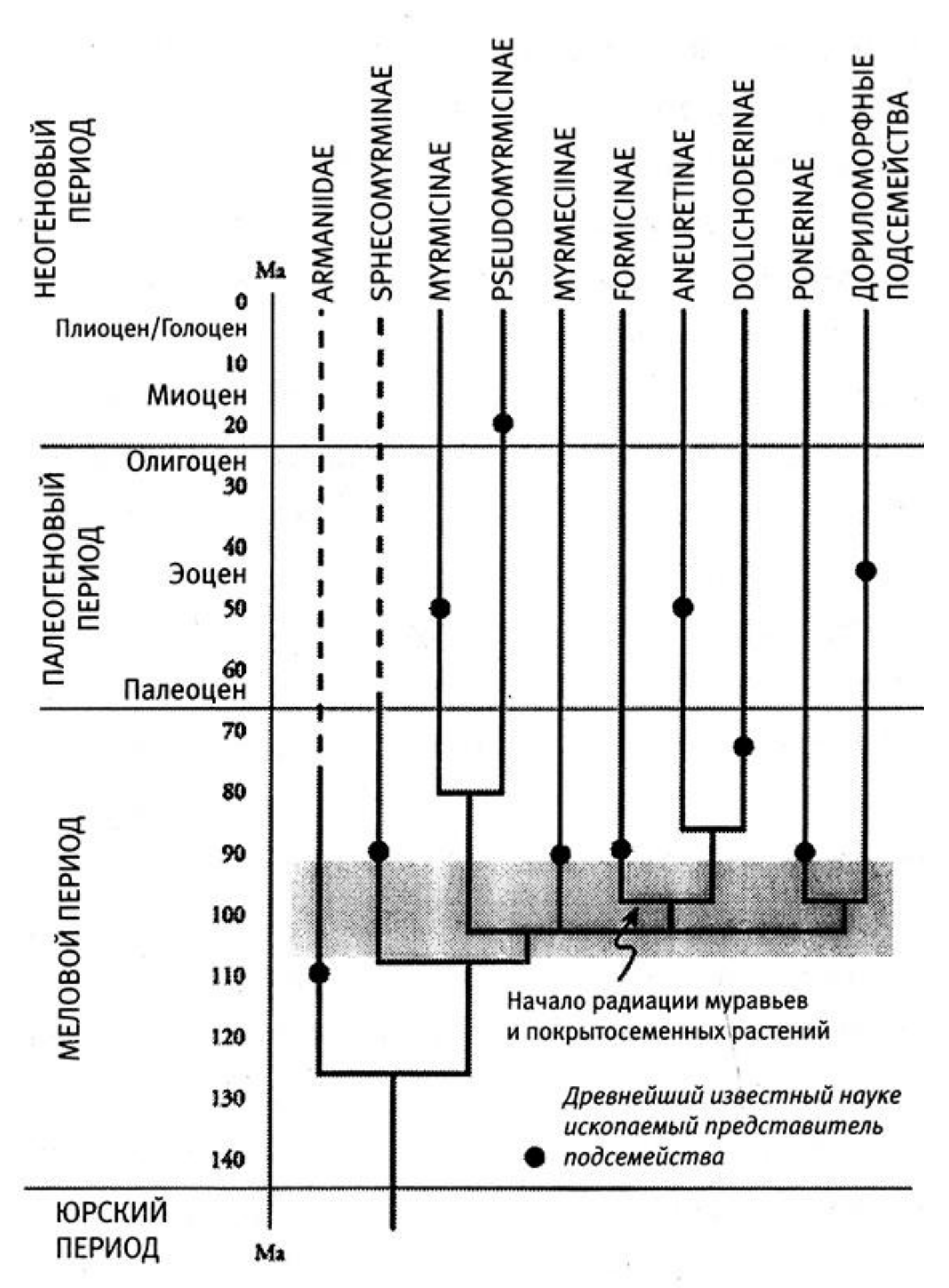
признаков они были удивительно похожи на промежуточную форму, существование которой предсказывали мы с моим коллегой Уильямом Брауном. Мы назвали находку *Sphecomyrma,* что означает «оса-муравей». Учитывая роль муравьев в современном мире, по научной значимости *Sphecomyrma* стоит в одном ряду с *Archaeopteryx* (первая открытая промежуточная форма между птицами и динозаврами) и *Australopithecus* (первое «недостающее звено» между обезьянами и людьми). С удвоенной силой продолжили мы поиски мезозойских муравьев, надеясь заполнить и другие пробелы в эволюционной истории этих общественных насекомых.

Напряженная работа увенчалась успехом, и скоро в нашем распоряжении оказалось еще несколько экземпляров, изучение которых пролило свет на изменения окружающей среды, сделавшие возможным восхождение муравьев к мировому господству. Примерно 110–90 млн лет назад (то есть все еще в мезозое) начали меняться леса, в которых жили муравьи. Раньше деревья и кустарники были представлены голосеменными — саговниками, гинкго (единственный сохранившийся вид, *Ginkgo biloba,* можно встретить сегодня в парках и садах) и, прежде всего, хвойными деревьями, такими как сосны, ели, пихты и секвойи. В те времена, когда на сцену вышли муравьи и термиты, травоядные динозавры щипали листья и молодые побеги голосеменных. Термиты подъедали мертвую древесину, а муравьи, скорее всего, строили гнезда в укрытиях под поваленными хвойными деревьями, в лесной подстилке и в перегное. Пищу они искали на земле, а также на папоротниках и деревьях. Немало муравьев, завязших в то время в смоле хвойных деревьев (прежде всего, широко распространенных в мезозое метасеквой), теперь находятся в распоряжении энтомологов. Некоторые экземпляры прекрасно сохранились, что позволяет нам подробно изучить их морфологию и реконструировать ранние стадии эволюции этой группы.

Изучив ископаемые останки других растений и животных, мы поняли, как все происходило. Около 130 млн лет назад началось одно из самых радикальных изменений за всю историю жизни на Земле, а около 100 млн лет назад процесс достиг апогея. На смену голосеменным пришли цветковые растения — именно они доминируют в современных наземных экосистемах. Секвой и их родичей вытеснили предки магнолий, буков, кленов и других привычных нам деревьев. Саговники и папоротники уступили покрытосеменным нишу кустарников и трав.

«Цветковая революция» стала возможной благодаря двум эволюционным новшествам. Прежде всего наличие в семенах эндосперма (запасающей ткани) позволило покрытосеменным не только переживать неблагоприятные условия, но и расселяться на большие расстояния. Во-вторых, ярко окрашенные и сильно пахнущие цветки обусловили эволюцию целых полчищ пчел, ос, мух, бабочек и мотыльков, птиц, летучих мышей и других животных, приспособившихся переносить пыльцу с цветка одного растения на цветок другого растения того же вида. Благодаря этим приспособлениям цветковые растения относительно быстро (по геологическим меркам) расселились по всему миру. По мере того как на протяжении миллионов лет их ареал расширялся, а численность росла, покрытосеменные осваивали существующие экологические ниши, а также формировали новые за счет своей растительной массы и сложной структуры. В настоящее время на Земле произрастает около 250 000 видов покрытосеменных растений, относящихся к более чем тремстам семействам, включая знакомые всем розоцветные (*Roseaceae*), буковые *(Fagaceae)* и сложноцветные (*Asteraceae*). Цветковые растения есть повсюду: по обочинам дорог, в садах, на полях и лугах, а также в тропических лесах — бесспорно, самой разнообразной экосистеме на Земле.

Рис. 13-1. В меловом периоде мезозойской эры расцвет и диверсификация муравьев совпали с пиком доминирования цветковых растений. (Источник: Edward O. Wilson and Bert Hölldobler, «The rise of the ants: A phylogenetic and ecological explanation». Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 102[21]: 7411–7414 [2005].)



Волна эволюции цветковых растений подхватила и муравьев. Я убежден, что причины успешной эволюции этих двух групп кроются в том, что «покрытосеменные» леса были богаче органикой и обладали более сложной структурой местообитаний, а значит, в них складывались благоприятные условия для развития разнообразных мелких организмов. Подлесок и подстилка «голосеменных» лесов, в которых возникли муравьи, имели довольно простую структуру. В распоряжении мелких организмов было не так уж много экологических ниш, и разнообразие насекомых, пауков, многоножек и других членистоногих в таких лесах было, соответственно, ниже. Такая же относительно бедная фауна членистоногих сохраняется и в современных хвойных лесах. Слои опада и почвы

лиственных лесов предоставляли в распоряжение членистоногих, как муравьев, так и их пищевых объектов, более сложную среду обитания. Лесная подстилка, где строят гнезда многие виды муравьев, содержала разнообразный разлагающийся растительный материал — прутья, ветки, листья, скорлупки и кожицу семян, — в котором можно было рыть ходы и строить камеры. Кроме того, в подстилке покрытосеменных наблюдается более широкое варьирование режима температуры и влажности. В связи с этим увеличилось разнообразие членистоногих, которыми муравьи питались. Все это, вместе взятое, привело к глобальной адаптивной радиации муравьев: все больше и больше видов могли специализироваться на питании определенными объектами или на постройке гнезда в определенном биотопе. По мере открытия новых экологических ниш число видов муравьев росло. К концу мезозоя (65 млн лет назад) уже сформировалась б***о*** льшая часть двадцати с лишним современных подсемейств муравьев.

Даже после того как современное разнообразие муравьев в целом сложилось, их численность и количество колоний далеко не сразу вышли на современный уровень. Судя по количеству ископаемых остатков, дошедших до нас как в янтаре, так и в виде окаменелостей, древние муравьи были лишь немногим более многочисленны, чем другие насекомые. Однако к концу мезозоя («века рептилий») или, во всяком случае, на протяжении первых 15 млн лет последовавшей за ним кайнозойской эры («века млекопитающих») муравьи сделали еще два «открытия», во многом обусловившие их нынешнее мировое превосходство.

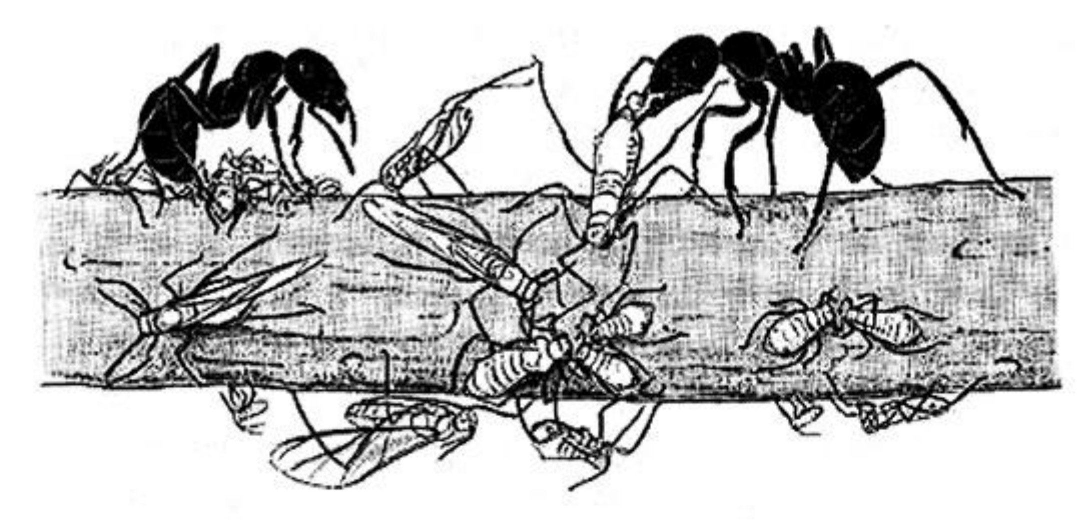
Первым из этих эволюционных новшеств было странное партнерство, сложившееся между многими видами муравьев и насекомыми, питающимися соками растений. Тли, червецы, щитовки и некоторые другие равнокрылые (отряд *Homoptera*)[13] высасывают растительные соки, прокалывая стенку растения. Такой способ питания малоэффективен, и для успешного роста и размножения такие насекомые должны переваривать большие объемы пищи, а также обильно выделять экскременты и избыточную влагу. Капельки выделений, так называемую падь, насекомые так или иначе стряхивают на землю или окружающую растительность, чтобы эта липкая жидкость не скапливалась рядом с ними. Эта «медвяная роса» — небесная манна для муравьев. Для многих видов она является основным источником пищи.

Другой партнер тоже оказался в выигрыше, и такой симбиоз процветает по сей день. Дело в том, что, пронзив хоботком кожицу растения, сосущие насекомые, например тли, прочно «заякориваются» на нем. Их мягкие тельца — лакомые кусочки для окружающих хищников и паразитов. Осы, жуки, златоглазки, мухи, пауки и прочие могут живо расправиться со всеми тлями, устроившимися на обед на одном растении. Тлям нужна постоянная защита, обеспечить которую могут охочие до их выделений муравьи. Многие муравьи считают любой устойчивый источник пищи частью своей территории, даже если он расположен далеко от их гнезда. Они активно защищают «своих» тлей, отгоняя от них врагов.

Рис. 13–2. Важнейший шаг муравьев к мировому господству — симбиоз с насекомыми, питающимися соком растений. Муравьи собирают их жидкие экскременты, а «в обмен» защищают их от хищников и паразитов. На рисунке показаны малый лесной муравей (*Formica polyctena*) и его партнер по симбиозу, тля *Lachnus roboris* . (Источник: Edward O. Wilson, The Insect Societies [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971]. Рисунок: Turid Hölldobler.)

---

[13] Группа *Homoptera* , отражающая общий уровень организации, в современной систематике подразделяется на два таксона (*Sternorrhyncha* и *Auchenorrhyncha*), входящие, наряду с клопами (отряд *Heteroptera*), в таксон членистохоботные (*Rhynchota* , или *Hemiptera*).



За миллионы лет эволюции муравьи превратили тлей и некоторых других насекомых в настоящих дойных коров. Впрочем, не менее справедливо будет и утверждение, что это тли превратили муравьев в молочных фермеров. Вместо того чтобы выделять экскременты когда придется, тли удерживали их до прихода муравья. Легкое прикосновение усиков — и тля выпускает щедрую каплю, а муравей выпивает ее. В ходе эволюции оба партнера процветали. Остальным не повезло: растения теряли свою, так сказать, «растительную кровь», а хищники, охотившиеся на тлей, нередко оставались голодными. Тем не менее никто не вымер — прекрасный пример природного баланса.

Однажды, проходя через тропический лес в Новей Гвинее, я наткнулся на куст, на котором питались несколько гигантских щитовок. Их тела, заключенные в твердую хитиновую броню, похожую на черепаший панцирь, достигали 10 мм в поперечнике. Сновавшие рядом муравьи присматривали за «стадом» и собирали капли выделений. Мне подумалось, что эти щитовки такие большие (или, если взглянуть под другим углом, я настолько мал), что я вполне могу сойти для них за муравья. При этом, к счастью, я был достаточно большим, чтобы шестиногие пастухи не смогли, хотя и пытались, отогнать меня от стада. Я вырвал у себя с головы волосок и прикоснулся им, словно муравей усиком, к одной щитовке. Мои надежды оправдались — насекомое выпустило внушительную каплю экскрементов. Осторожно подхватив ее глазным пинцетом из моего полевого набора, я попробовал ее. Капля была сладковатой на вкус. Я знал, что, будь я муравьем, полученная порция аминокислот пошла бы мне на пользу. (Для щитовки, конечно же, я и был муравьем.)

За долгую по эволюционным меркам историю взаимоотношений муравьев и тлей их симбиоз достиг невероятной сложности. Многие виды муравьев используют свои стада не только как молочный, но и как мясной скот — когда им не хватает белка, они съедают некоторых своих подопечных. Некоторые муравьи переносят своих «буренок» со стравленных пастбищ на свежую растительность. Один вид в Малайзии стал скотоводом-кочевником: периодически перегоняя «стада» с места на место, муравьи получают стабильно высокие «удои».

Симбиоз между муравьями и равнокрылыми, а также гусеницами бабочек-голубянок (семейство *Lycaenidae*) которые тоже выделяют медвяную росу, — не просто любопытный факт из жизни насекомых. Он широко распространен по всему миру и представляют собой одно из важнейших звеньев пищевых цепей, связывающих наземные экосистемы. Его практическое значение для людей связано с тем, что тли — серьезные вредители сельскохозяйственных растений. Муравьям же этот симбиоз позволил освоить совершенно новое измерение наземной среды. Раньше они лишь на некоторое время поднимались к вечнозеленым кронам тропических лесов, а затем спускались в гнездо на земле или рядом с ней. Теперь же они могли постоянно жить высоко над землей. Во многих районах тропиков муравьи — самые многочисленные насекомые древесных крон.

Долгое время биологи ломали голову над тем, как таким большим количествам

муравьев удается жить на деревьях? За счет чего поддерживаются такие большие популяции этих хищников? Казалось, что их положение на вершине трофической пирамиды нарушает один из основных экологических принципов. На грамм биомассы хищника должно приходиться несколько (если очень примерно, то десять) граммов биомассы потребляемых им травоядных — подумайте, например, сколько говядины съедают люди. Травоядным, в свою очередь, нужно еще больше растительной массы — подумайте, сколько травы съедает корова.

Когда, наконец, молодые биологи-авантюристы забрались на верхушки деревьев в тропическом лесу и понаблюдали за муравьями в их естественной среде обитания, они сделали поразительное открытие. Муравьи — лишь отчасти хищники. Отчасти они растительноядные. Точнее говоря, они *опосредованно* питаются растительной пищей. Переваривать ее самостоятельно, как это делают щитовки и гусеницы бабочек, они так и не научились. Это потребовало бы коренной перестройки пищеварительной системы. Зато они научились питаться экскрементами сосущих растения насекомых, численность которых в древесных кронах высока. Муравьи заботливо охраняют и контролируют скопления таких насекомых, формирующиеся в их гнездах и рядом с ними. Некоторых симбионтов держат в особых «муравьиных садах» — шарообразных массах эпифитных растений (например, орхидей, бромелиевых и геснериевых). Эти сады служат симбионтам одновременно и домом, и пастбищем.

Я сам изучал таких муравьев-садоводов в дождевых лесах Южной Америки и Новой Гвинеи — правда, признаюсь, на нижних ветках деревьев, чтобы не лазить высоко. Меня поражала их агрессивность. Стоило потревожить гнездо, как рабочие муравьи бросались на его защиту, кусая и забрызгивая ядовитой жидкостью все досягаемые для них части моего тела. Вероятно, самый свирепый муравей на свете — это *Camponotus femoratus,* небольшой муравей-древоточец, широко распространенный в южноамериканских тропических лесах. Кампонотусы, с которыми я имел дело, не позволили мне даже притронуться к их гнезду. Даже если я подкрадывался с подветренной стороны, они чуяли меня за два-три метра. Сотни рабочих высыпали на поверхность гнезда и кишели на поверхности живым ковром, испуская в мою сторону облака муравьиной кислоты. Если я не уходил, они спускались по растениям и подходили ближе… В общем, тем, кто сомневается в экологическом превосходстве муравьев, я советую забраться на дерево, где устроили себе гнездо *Camponotus femoratus.*

По свирепости с амазонским *Camponotus femoratus* могут сравниться только муравьи-портные рода *Oecophylla,* обитающие в экваториальной Африке и Азии. При строительстве гнезда живые цепочки рабочих муравьев-портных подтягивают листья и «сшивают» их шелковыми нитями, которые выделяют их личинки. Зрелая колония имеет в своем распоряжении сотни таких воздушных гнезд, развешанных на одном или нескольких деревьях. Сонмы бесстрашных защитников встречают непрошенных гостей укусами и струями муравьиной кислоты. Когда как-то раз из специальных контейнеров, в которых я держал колонию *Oecophylla* в Гарвардском университете, выбрались несколько рабочих особей, они забрались на мой письменный стол и, угрожающе щелкая челюстями, поднимали кончики брюшка, чтобы при первой возможности забрызгать меня муравьиной кислотой. Их жестокость в природе вошла в легенду. Говорят, что морские снайперы, сидевшие в засаде на деревьях на Соломоновых островах во время Второй мировой войны, боялись этих муравьев не меньше, чем японцев. Разумеется, это преувеличение, но оно воздает должное насекомым, господствующим на планете вместе с нами.

С годами ко мне пришло понимание одного принципа, имеющего непосредственное отношение к загадке происхождения муравьев и других общественных насекомых: чем сложнее устроено гнездо и чем больше сил и времени уходит на его постройку, тем яростнее защищают его муравьи. Чуть позже я покажу, как эта концепция увязывается с происхождением эусоциальности.

Примерно в тот же геологический период, когда многие муравьи налаживали сложные

симбиотические отношения с тлями и другими насекомыми в древесных кронах, некоторые другие муравьи осваивали совершенно иные местообитания и источники пищи. Свое основное меню, состоявшее из убитых животных и падали, они дополнили семенами. Это новшество позволило не только увеличить число видов и плотность колоний в лесах, где муравьи жили и раньше, но и освоить новые местообитания — засушливые луга и пустыни.

Многие современные муравьи, питающиеся семенами, строят так называемые зернохранилища. Это явление иногда встречается и в лесах, но было неизвестно вплоть до XIX в., когда натуралисты стали изучать муравьев в засушливых районах Восточного Средиземноморья, Индии и запада Северной Америки. В подземных гнездах муравьев-жнецов они обнаружили особые камеры, заполненные семенами растущих неподалеку трав. Только тогда людям открылся буквальный смысл изречения царя Соломона: «Пойди к муравью, ленивец, посмотри на действия его, и будь мудрым. Нету него ни начальника, ни приставника, ни повелителя; но он заготовляет летом хлеб свой, собирает во время жатвы пищу свою».[14]

Как-то раз, будучи на Храмовой горе в Иерусалиме, я присел отдохнуть рядом с гнездом муравьев-жнецов одного из многочисленных в тех краях видов рода *Messor,* Глядя на то, как муравьи затаскивают зерна в норку, ведущую в подземные зернохранилища, я думал о том, что, вероятно, наблюдаю за тем же видом, что и Соломон, и, по-видимому, недалеко от тех мест, где заметил их он.

Три тысячелетия спустя далеко от Иудеи ученые обратились к изучению муравьев и других общественных насекомых в поисках мудрости иного рода. Хотя эти маленькие создания коренным образом отличаются от нас, их происхождение и эволюционная история могут пролить свет на наш собственный путь.

IV. Движущие силы общественной эволюции

14. Научная загадка редкости общественного образа жизни

Эусоциальность — то есть образ жизни, при котором представители нескольких поколений образуют группы, основанные на альтруистическом разделении труда, — была одним из важнейших новшеств в истории жизни на Земле. Благодаря ей появился сверхорганизм — новый уровень биологической сложности. По масштабу последствий данное явление сопоставимо с выходом водных животных на сушу и переходом насекомых и позвоночных к активному полету.

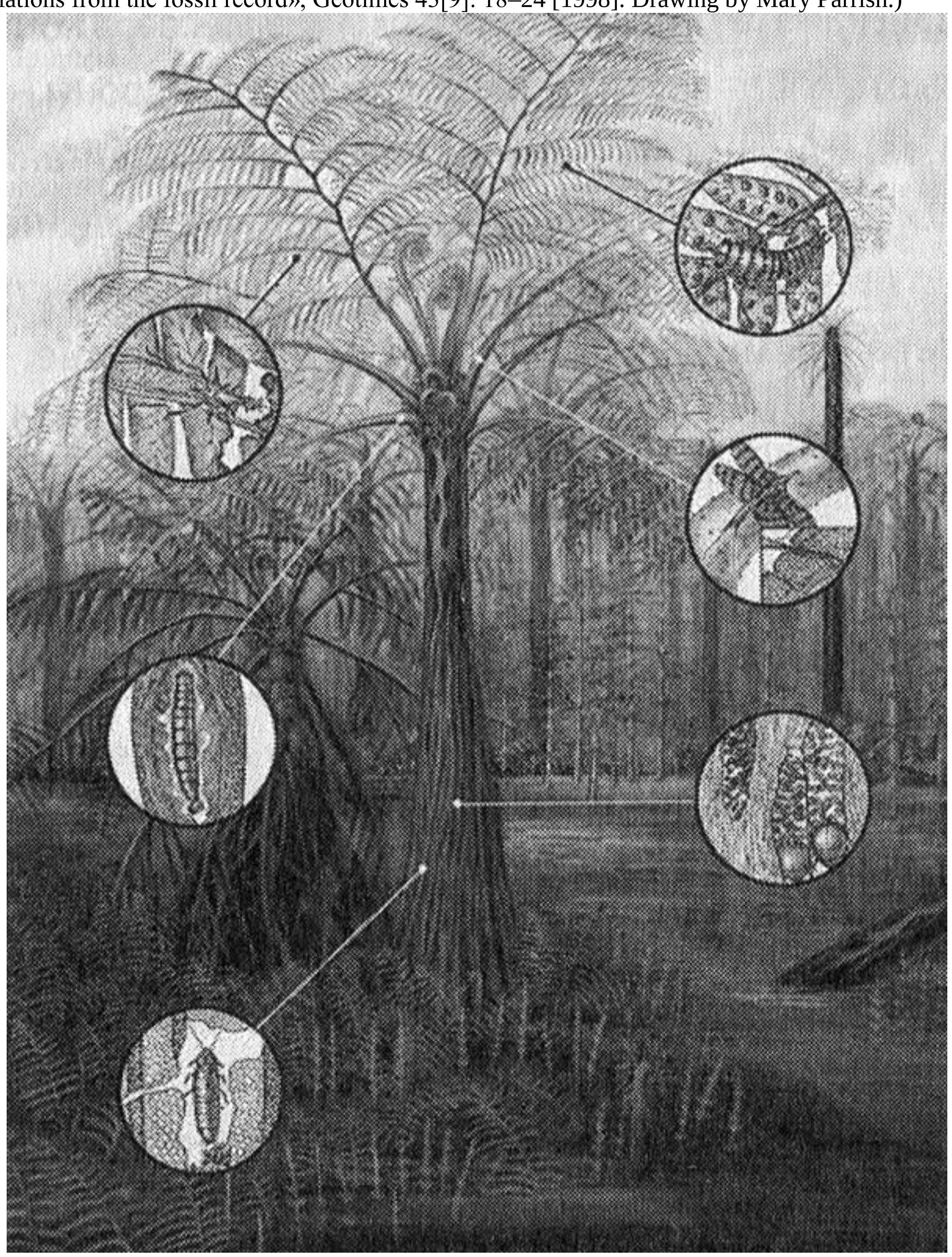
Тем не менее феномен эусоциальности таит в себе загадку, разгадать которую эволюционным биологам пока не удалось. Дело в том, что эусоциальность встречается очень редко. Если, например, одна популяция ос смогла дать начало муравьям, а одна популяция тараканообразных пожирателей древесины — термитам, и впоследствии эти насекомые оказались столь эволюционно успешны, то почему же тогда эусоциальность не возникала чаще? И почему требуется так много времени, чтобы она сложилась?

Благоприятных условий, казалось бы, было более чем достаточно. До появления муравьев, термитов и общественных пчел и ос насекомые пережили два интенсивных и продолжительных периода эволюции. Первый из них начался около 400 млн лет назад, во время девонского периода, и закончился спустя 150 млн лет, в конце пермского периода, когда величайшее вымирание всех времен стерло с лица Земли большинство видов растений и животных. Так закончился «век амфибий» — палеозой. На смену ему пришла мезозойская эра — век рептилий, царивших как на суше, так и на море.

---

[14] Книга притчей Соломоновых, 6:6–8. — *Примеч. пер.*

Рис. 14–1. С середины до конца палеозойской эры (примерно 400–250 млн лет назад) на Земле процветало множество видов насекомых. Для примера на рисунке показано их разнообразие на древовидном папоротнике. Среди них были жуки и тараканы, а также представители полностью вымерших отрядов. Однако, насколько нам известно, ни одного социального вида среди них не было. (Источник: Conrad C. Labandeira, «Plant-insect associations from the fossil record», Geotimes 43[9]: 18–24 [1998]. Drawing by Mary Parrish.)



Палеозойская эра была эпохой «угольных» лесов, в которых росли древовидные папоротники и гигантские лепидодендроны — родственники плаунов. Эти леса и другие наземные местообитания кишели насекомыми, разнообразие которых было не меньше, чем

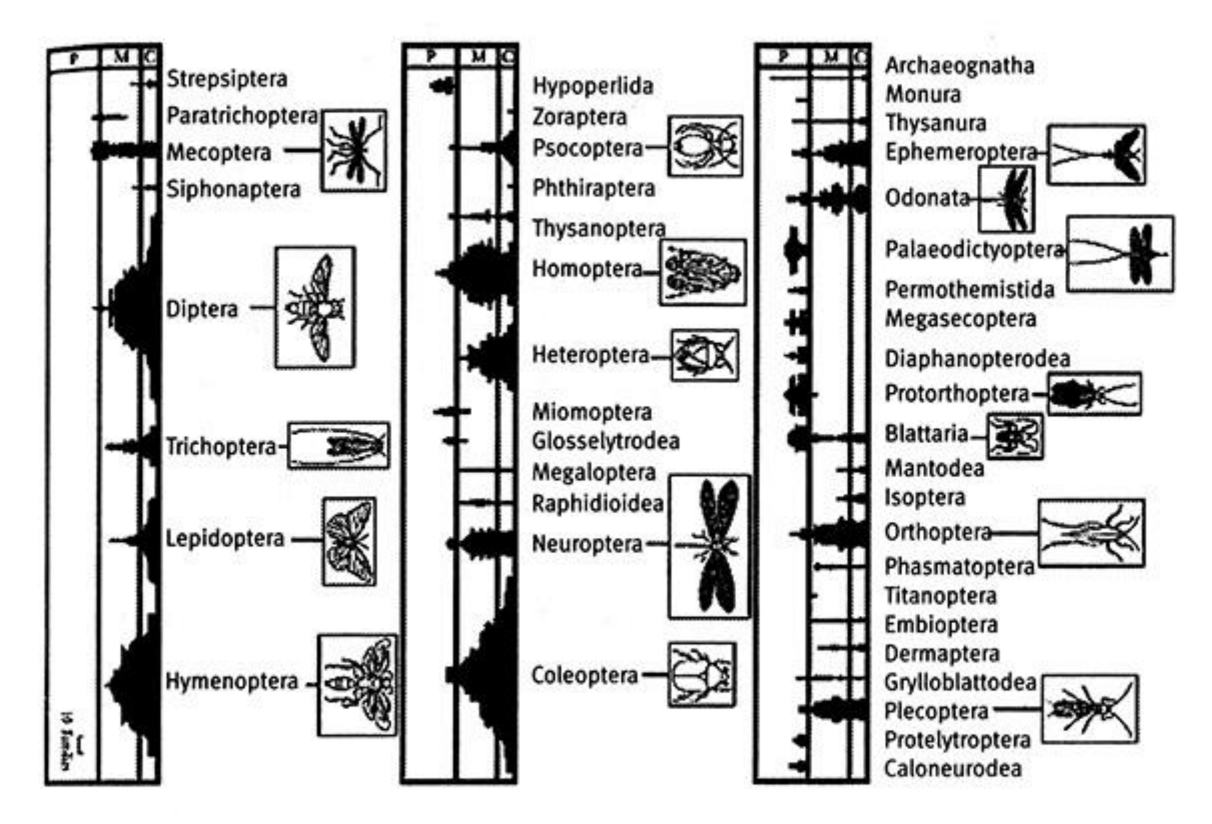
сейчас. Бок о бок с многочисленными древними поденками, стрекозами, жуками и тараканами жили и многие другие насекомые, известные теперь только узким специалистам: представители *Paleodictyoptera, Protelytroptera, Megasecoptera, Diaphanopterodea* и других отрядов с труднопроизносимыми названиями.

Многие вымершие насекомые прекрасно сохранились в виде отпечатков в мелкозернистых породах, и большинство их морфологических признаков различимы настолько хорошо, что их вполне можно сравнивать с современными видами насекомых. Собрав ископаемые экземпляры по всему миру, исследователи восстановили жизненные циклы некоторых вымерших видов и даже поняли, чем они питались. Тем не менее ни одного общественного насекомого среди них не найдено.

Затем, в конце пермского периода, вслед за которым начался триасовый, а с ним и новая мезозойская эра, пришло великое вымирание. Исчезло 90 % видов животных и растений. Мы не знаем точно, что вызвало этот смертоносный спазм, — большинство специалистов склоняются к тому, что виной был огромный, величиной с гору метеорит, однако другие объясняют его «внутренними» событиями, связанными с тектоникой плит или геохимическими процессами в земной коре. Как бы то ни было, эта катастрофа чуть было не погубила все живое на планете. Исчезли и многие отряды насекомых, хотя некоторые жуки, стрекозы и представители других групп сохранились и дожили до наших дней.

Насекомые, пережившие великое вымирание в конце пермского периода, довольно быстро (по геологическим меркам) опять заполонили Землю. Возникающие новые виды меняли образ жизни. Через несколько миллионов лет их разнообразие во многом вернулось к прежнему уровню и мир насекомых снова ожил. Тем не менее еще 50 млн лет, на протяжении большей части триаса (как раз тогда, когда разворачивалась великая эволюционная эпопея динозавров), об общественных насекомых ничего не было слышно.

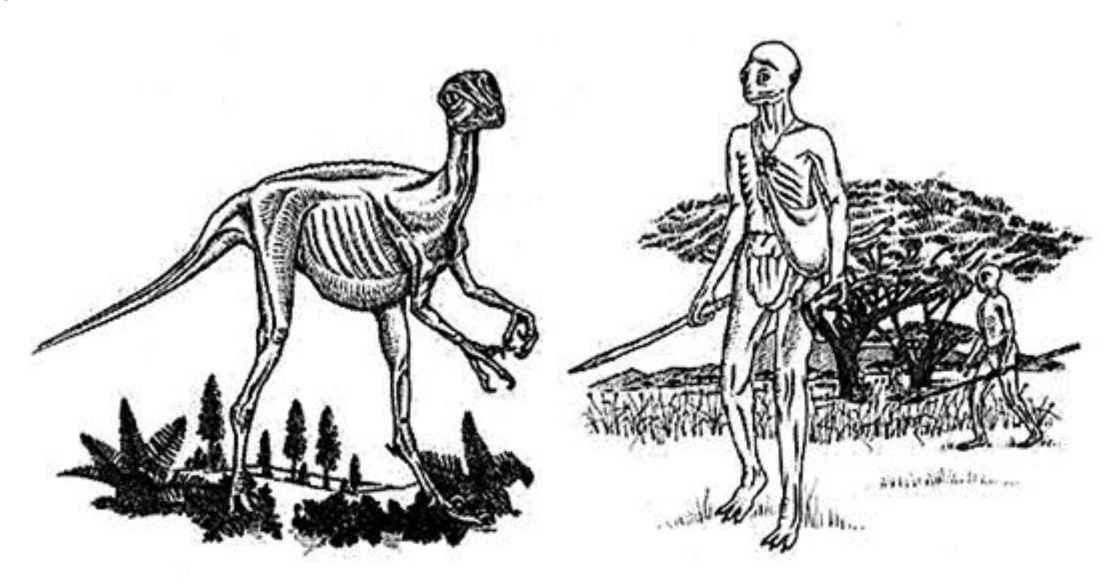
Рис. 14–2. На фоне огромного разнообразия насекомых, процветавших на протяжении 400 млн лет и трех геологических эр (П — палеозой; М — мезозой; К — кайнозой), общественные виды возникали очень редко. Кроме того, первый общественный вид появился относительно поздно — насколько мы знаем, в начале мезозойской эры. Ширина черных полос отражает число семейств в каждом из представленных отрядов и его изменение в геологическом времени. (Источник: Conrad C. Labandeira and John Sepkoski Jr., «Insect diversity in the fossil record», Science 261:310–315 [1993]. Рисунок: Finnegan Marsh.)



Наконец, в самом конце юрского периода (около 175 млн лет назад) появились первые, совсем еще примитивные термиты. Еще через 25 млн лет возникли муравьи. Однако и тогда, и впоследствии общественные насекомые (как и общественные животные вообще) возникали редко. На сегодняшний день ученые выделяют примерно 2600 семейств членистоногих, к числу которых относятся, например, всем хорошо знакомые *Drosophilidae* (плодовые мушки), или среди пауков, семейство *Araneidae* (пауки-кругопряды, в том числе паук-крестовик) или, например, семейство *Grapsidae* , включающее мелких наземных крабов. Эусоциальные виды встречаются лишь в 15 из этих 2600 семейств. Шесть из них — семейства термитов, которые, по-видимому, произошли от одного общественного предка. Эусоциальность возникла однажды у муравьев и трижды (независимо) — у ос. У пчел она возникала по меньшей мере четыре раза (возможно, больше, но точно сказать трудно). В частности, у многих современных пчел-галиктид (семейство *Halictidae*) эусоциальность находится в зачаточном состоянии — колонии у них маленькие, а матки слабо отличаются от рабочих особей. В эволюции они часто «переключались» от одиночного к примитивному общественному образу жизни и обратно. Галиктиды — в основном мелкие пчелы, значительно уступающие по размерам медоносной пчеле и шмелям. Летом их можно часто встретить на астрах и других цветах. Бросается в глаза их яркая окраска — от синей и зеленой с металлическим отливом до черной с белыми полосками.

Эусоциальность отмечена у одного вида жуков-плоскоходов и у нескольких видов трипсов и тлей. У раков-щелкунов рода *Synalpheus* (семейство *Alphaeidae*), живущих в морских губках, общественное поведение возникало трижды в пределах рода — исключительный случай! Палеонтологи вполне могли пропустить в палеонтологической летописи подобные редкие события. Ведь и многократное возникновение эусоциальности у *Synalpheus* лишь недавно попало в поле зрения исследователей. Сходные сомнения высказал недавно Гират Вермей: проанализировав 23 предположительно уникальных эволюционных новшества (не связанных с социальностью), он пришел к выводу, что эти новшества могут в принципе быть и не так уж уникальны. Однако даже если предположить, что эусоциальность возникала чаще, маловероятно, что незамеченными могли остаться сложные и многочисленные эусоциальные виды с четко выраженными кастами.

Рис. 14–3. Как все могло бы быть. Слева: реконструкция *Stenorhynchosaurus* — «двуногого» динозавра, жившего в конце мезозоя. Как считают специалисты, некоторые черты его строения благоприятствовали возникновению развитого интеллекта. Справа: «динозавроид», каким его представил себе палеонтолог Дэйл Рассел. Это воображаемое животное могло бы произойти от предкового *Stenorhynchosaurus* за сто миллионов лет до появления человека… однако этого не случилось. Основано на оригинальной реконструкции *Stenorhynchosaurus,* подготовленной Дэйлом Расселом. (Источник: Charles Lumsden and Edward O. Wilson, Promethean Fire: Reflections on the Origin of Mind [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982].)



Еще реже возникал общественный образ жизни у позвоночных. Это произошло дважды у африканских голых землекопов, и один раз — в эволюционной линии, ведущей к современным людям (всего 3 млн лет назад, то есть совсем недавно по сравнению с беспозвоночными). Нечто близкое к общественному образу жизни есть у некоторых птиц: молодые особи какое-то время помогают родителям в уходе за птенцами, но затем либо наследуют родное гнездо, либо покидают его и строят собственное. Вплотную к эусоциальности подошли гиеновые собаки — пока стая охотится, размножающаяся альфа-самка остается в логове.

За последние 250 млн лет благоприятные условия для возникновения эусоциальности у крупных животных складывались достаточно часто. По крайней мере некоторые необходимые предпосылки приобрели в мезозое многие эволюционные линии динозавров. Среди них были и хищники размером с человека, которые охотились в стае и быстро бегали на задних конечностях, а передние при этом были свободны. Тем не менее ни один из таких видов не сделал заключительный шаг к общественному образу жизни, пусть хотя бы примитивному. На протяжении следующих 60 млн лет, то есть практически всей кайнозойской эры, такие же возможности открывались перед многими видами крупных млекопитающих. Средняя продолжительность существования таких видов и их потомков была относительно небольшой, около полумиллиона лет, что значительно ускоряло «оборот» новых адаптаций. И тем не менее кроме голых землекопов порог эусоциальности переступило лишь одно млекопитающее — боковая ветвь эволюции крупных африканских обезьян и предшественник *Homo sapiens.*

15. Альтруизм и эусоциальность насекомых находят объяснение

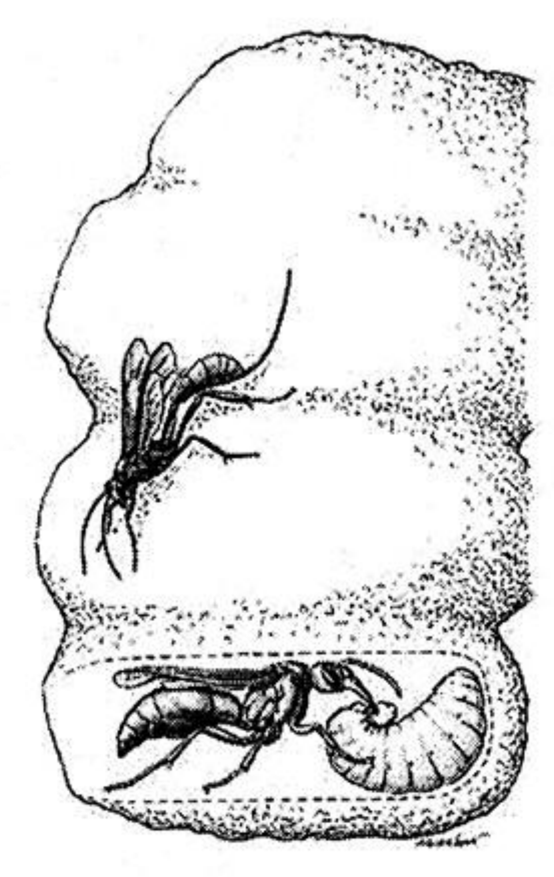
Человечество возникло как биологический вид в биологическом мире, то есть совершенно так же, как общественные насекомые. Какие же генетические эволюционные силы подвели наших предков к эусоциальности, а затем подтолкнули в ее объятия?

Разгадывать эту загадку биологи начали лишь недавно. Оказалось, что ценные подсказки можно найти в эволюционной истории других животных, особенно общественных беспозвоночных, которые прошли тем же путем гораздо раньше. Стало ясно, что при решении этого вопроса не следует полагаться ни на логический отбор допущений о теоретически возможных событиях, сопровождавших возникновение общественных видов, ни на математические модели того, что могло бы произойти. Вместо этого, сведя воедино результаты полевых и лабораторных исследований, нужно попытаться понять, что же происходило на самом деле. Мы начали осторожно, шаг за шагом, выстраивать цепочку событий из имеющихся фрагментов эмпирических данных. Полученные базовые принципы генетики и эволюции можно будет приложить — разумеется, по-научному аккуратно — и к объяснению эусоциальности человека.

Основы серьезной реконструкции эволюционной истории общественных беспозвоночных были заложены в середине прошлого века тремя великими энтомологами — Уильямом Уилером, Чарльзом Миченером и Говардом Эвансом. В молодости мне посчастливилось быть близко знакомым с Миченером и Эвансом (сейчас, в 2012 году, когда я пишу эти строки, Миченер не только живет и здравствует, но и активно занимается наукой), и хотя Уилер умер в 1937 году, когда я был еще ребенком, я так внимательно изучал его работы и так много слышал о нем, что мне кажется, я знал лично и его тоже. Эти трое ученых были прирожденными натуралистами. Нам очень не хватает сейчас таких людей на передовых рубежах биологической науки. Целью их жизни было узнать о «своей» группе насекомых всё, что только можно. Они стали мировыми авторитетами: Миченер — по пчелам, Эванс — по осам, Уилер — по муравьям. Их главной страстью была систематика, но они интересовались также и экологией своих любимых объектов, их морфологией, жизненными циклами, эволюционными взаимоотношениями и поведением. Те, кому посчастливилось бывать с ними на полевых экскурсиях, не только узнавали научные названия каждой встреченной пчелы (от Миченера), осы (от Эванса) или муравья (от Уилера), но и выслушивали вдохновенный рассказ обо всем, что известно науке о данном виде. У них было внутреннее чутье к насекомым, а это самое главное.

Благодаря многим таким ученым-натуралистам, работавшим как в поле, так и в лаборатории, было собрано огромное количество биологических знаний, которые сложились в четкую картину того как и почему возникла эусоциальность — сложнейшая форма общественного поведения. Это всегда происходило в два этапа. Во-первых, насколько нам известно, у всех без исключения общественных животных есть постоянное гнездо, которое они совместно защищают от врагов — хищников, паразитов или конкурентов. Во-вторых, после того как этот этап пройден, складываются предпосылки к эусоциальности, когда в гнезде остаются представители нескольких поколений и возникает разделение труда, при котором некоторые или все «личные» интересы особей приносятся в жертву интересам группы.

Рис. 15–1. Одиночная оса приносит пищу (кусочек гусеницы) своей личинке, когда та заканчивает с очередной порцией (т. н. постепенное провиантирование). На рисунке показано гнездо *Synagris cornuta* (вид с частичным разрезом) во время одного из кормлений личинки. А в это время наездник *Osprynchctus violator* притаился снаружи, поджидая удобного момента проникнуть в гнездо и напасть на личинку. (Источник: David P. Cowan, «The solitary and presocial *Vespidae* » в книге Kenneth G. Ross and Robert W. Matthews, eds., The Social Biology of Wasps [Ithaca, NY: Comstock Pub. Associates, 1991].)



Чтобы представить себе этот процесс более конкретно, давайте посмотрим на одиночную осу, которая строит гнездо и выводит в нем молодых ос. Это первый этап пути к эусоциальности, его прошли, например, также птицы и крокодилы. Молодые осы покидают гнездо и расселяются, приступая к размножению и строительству собственных гнезд, что, опять же, похоже на ситуацию с птицами и крокодилами. Однако если хотя бы часть дочернего поколения не покинет гнездо, а останется в нем, образовавшаяся группа уже подойдет к эусоциальности вплотную. Переступить этот порог им будет легко (хотя удержаться за ним — сложнее). Некоторых одиночных пчел (а также пчел, которые занимают общую норку, но строят отдельные соты) очень просто «заставить» перейти к примитивному общественному образу жизни: нужно только поместить двух особей в тесное пространство, где есть место лишь для одного гнезда или ячейки сот. Между членами пары автоматически складывается иерархия, похожая на иерархию в природных популяциях примитивных эусоциальных видов. Доминирующая пчела — «царица» — остается в гнезде, размножаясь и охраняя его, а подчиненная «рабочая» самка ищет и приносит пищу.

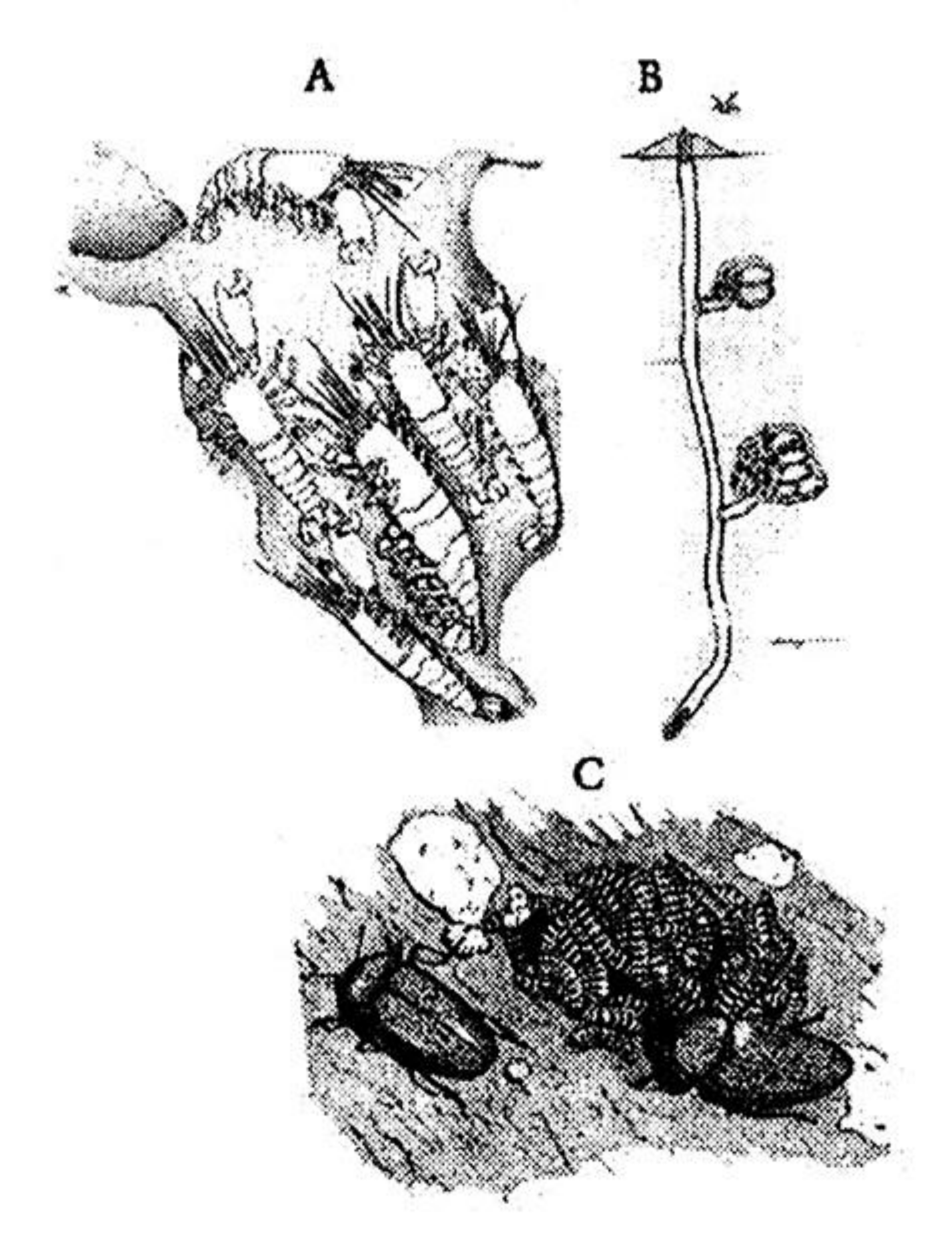
В природе такое же состояние может быть генетически запрограммировано: если дочернее поколение остается в гнезде, материнская особь становится «царицей», а потомство — рабочими особями. Для этого заключительного шага требуется одно-единственное генетическое изменение — нужно приобрести единственный новый аллель (форму какого-нибудь одного гена), «заглушающий» поведенческую программу расселения и заставляющий и матку, и потомство оставаться в гнезде.

Стоит возникнуть такой сплоченной группе, как в действие вступает групповой отбор. Это означает, что репродуктивные особи в составе группы могут размножаться успешнее схожих одиночных особей в той же среде обитания, а могут, наоборот, размножаться менее успешно. Как именно повернется дело, зависит от признаков, которые возникают в результате взаимодействия членов группы. Эти признаки затрагивают сотрудничество при строительстве и защите гнезда, добывании пищи, заботы о потомстве, то есть сотрудничество во всех тех видах деятельности, которыми одиночное насекомое занимается самостоятельно.

Когда аллель, определяющий групповые признаки, становится более

распространенным, чем аллели, предписывающие расселение, естественный отбор получает «карт-бланш» и может, воздействуя на остальной геном, приводить к усложнению форм общественной организации. Правда, на ранних стадиях общественной эволюции отбор прежде всего действует на уже имеющуюся предрасположенность к доминированию и разделению труда. Впоследствии под действие группового отбора подпадают и другие части генома (по сути, весь геном), что приводит к появлению все более сложных обществ.

Рис. 15–2. Виды по обе стороны порога эусоциальности. (A) Колония рака-щелкуна *Synalpheus* в морской губке. Эти раки-щелкуны, ведущие примитивный общественный образ жизни, обитают в полостях, которые проделывают в губках. Крупная размножающаяся самка окружена рабочими, один из которых охраняет вход в гнездо. (Источник: Duffy) (B) Колония галиктиды *Lasioglossum duplex.* Эти пчелы, ведущие примитивный общественный образ жизни, строят гнезда в земле. (Источник: Sakagami and Hayashida). (C) Взрослый жук-грибовик из рода *Pselaphacus* (сем. *Erotylidae*) подводит своих личинок к пище — грибу. (Источник: Costa.) Такой уровень заботы о потомстве широко распространен у насекомых и других членистоногих, но никогда, насколько нам известно, не приводит к возникновению эусоциальности. Эти три примера иллюстрируют базовый принцип: охраняемое гнездо — необходимая преадаптация для возникновения общественного образа жизни. (J. T. Costa, The Other Insect Societies [Cambridge, MA: Harvard University Press, 2006]; J. Emmett Duffy, «Ecology and evolution of eusociality in sponge-dwelling shrimp», in J. Emmett Duffy and Martin Thiel, eds., Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems: Crustaceans as Model Organisms [New York: Oxford University Press, 2007]; S. F. Sakagami and K. Hayashida, «Biology of the primitively social bee, Halictus duplex Dalla Torre II: Nest structure and immature stages», Insectes Sociaux 7:57–98 [1960].)



В рамках старой, традиционной концепции родственного отбора и «эгоистичного гена» группа представляет собой союз родственников, которые сотрудничают именно потому, что находятся в родстве. Несмотря на потенциальное столкновение интересов, особи «соглашаются» альтруистично стремиться к пользе для колонии. Так, рабочие частично или полностью отказываются от собственного репродуктивного потенциала ради родственников — носителей общих с ними генов. Они действуют во благо собственных («эгоистичных») генов за счет того, что способствуют сохранению идентичных генов у родственников. Даже если насекомое погибнет ради материнской или сестринской особи, частота их общих генов увеличится. Среди них будут и гены, отвечающие за альтруистичное поведение. Если другие члены колонии будут вести себя так же, колония одержит верх над другими колониями, состоящими исключительно из особей-эгоистов.

Такой подход, ставящий во главу угла «эгоистичный ген», может показаться абсолютно разумным. Большинство эволюционных биологов фактически считали его догмой — по крайней мере вплоть до 2010 г., когда Мартин Новак, Корина Тарнита и я показали, что теория совокупной приспособленности, которую часто называют теорией родственного отбора, неверна как с математической, так и с биологической точки зрения. Один из ее глубинных изъянов — то, что она рассматривает разделение труда между маткой и ее потомством как «сотрудничество», а расселение потомства из материнского гнезда — как

«отступничество». Однако, как мы показали, преданность группе и разделение труда — не карты в эволюционной игре, а рабочие особи — не игроки. Рабочие особи эусоциальных видов — продолжение фенотипа «царицы», альтернативные проявления ее личных генов и генов спарившегося с ней самца. По сути дела, рабочие — это роботы, созданные маткой по своему образу и подобию; благодаря им она может производить больше маток и самцов, чем если бы она вела одиночный образ жизни.

Если такой подход верен — а я считаю, что это так, ведь он и логичен, и соответствует имеющимся данным, — то следует считать, что движущей силой происхождения и эволюции общественных насекомых является естественный отбор на уровне особей. Его можно проследить, рассматривая изменения матки из поколения в поколение и считая рабочих особей продолжениями ее фенотипа. Матку и ее потомство часто называют «сверхорганизмом», но их можно с тем же успехом назвать и просто организмом. Рабочие осы или муравьи, кусающие вас, когда вы потревожили осиное гнездо или муравейник, — часть фенотипа своей «царицы», так же как ваши зубы и пальцы — часть вашего фенотипа.

Это сравнение может показаться некорректным. Эусоциальное рабочее насекомое действительно вылупилось из отложенного маткой яйца, но у него был и второй «родитель», самец, а значит, его генотип отличается от генотипа матки. Колония содержит множество геномов, в то время как обычный организм — лишь один, а его клетки являются клонами. Тем не менее процесс естественного отбора в этих двух случаях в целом одинаков и действует на одном и том же уровне биологической организации. Организм человека состоит из хорошо интегрированных диплоидных клеток. Эусоциальная колония — тоже. Чтобы получился человеческий палец или зуб, требуется включение или выключение определенных молекулярных механизмов клеток в процессе деления клеток в ваших тканях. Сходным образом, только под действием феромонов, испускаемых другими членами колонии, и других факторов развития, формируются и разные касты рабочих особей. Они будут выполнять одно или несколько действий из общего потенциально возможного репертуара, запрограммированного в «коллективном сознании» рабочих. Одно рабочее насекомое, как правило, успевает побыть и солдатом, и строителем, и нянькой, и «разнорабочим», а в редких случаях всю жизнь выполняет какое-то одно задание.

Конечно, генетическое разнообразие признаков рабочих особей не только существует, но и поставлено на службу колонии. Показано, что оно помогает насекомым сопротивляться болезням и регулировать микроклимат в гнезде. Означает ли это, что колонию нужно считать группой особей, каждая из которых (согласно теории родственного отбора) старается повысить «приспособленность» собственных генов? Нет, вовсе не обязательно, особенно если мы вспомним, что часть генома матки характеризуется относительно низкой изменчивостью аллелей (когда признаки должны быть жестко определены), а часть — высокой изменчивостью (когда нужно более гибкое определение признаков). Генетическая «жесткость» необходима для функционирования кастовой системы, организации рабочих и распределения их обязанностей. Напротив, генетическая «гибкость» рабочих особей нужна для повышения сопротивляемости колонии болезням и регуляции микроклимата. Чем больше в колонии генетических типов, тем более вероятно, что по крайней мере некоторые особи переживут вспышку эпидемии. Чем выше чувствительность к определению отклонений от желаемой температуры, влажности и давления, тем успешнее будет поддерживаться оптимальный для колонии уровень этих параметров.

Между царицей и ее дочерьми нет принципиальных генетических различий, определяющих, к какой касте они будут принадлежать. Из любого оплодотворенного яйца может получиться как царица, так и рабочая особь. Что именно получится, зависит от множества факторов: времени года, когда вылупилась личинка, пищи, которой ее кормят, и феромонов, которые на нее действуют.

В «примитивных» колониях общественных перепончатокрылых, в которых царицы слабо отличаются от рабочих особей, часто возникают конфликты, связанные с тем, что некоторые рабочие пытаются размножаться самостоятельно. Коварные планы

потенциальных революционеров обычно тут же срывают другие рабочие, защищающие исключительное право матки на размножение. Иногда они просто отгоняют самозваную царицу от выводковой камеры, когда та пытается отложить яйца. Иногда они наползают на нее и «наказывают», калечат или даже убивают. Если же ей удалось протащить свои яйца в выводковую камеру, другие рабочие узнают подкидышей по запаху, вынесут и съедят. Как было показано во многих исследованиях, степень жесткости конфликта тесно связана с уровнем генетической разницы между самозванками и «законной» царицей. Это явление можно отчасти объяснить тем, что степень антагонизма определяется различиями запаха особей, а эти различия имеют генетическую основу. Но даже если это так, далеко не очевидно, что такой конфликт является доводом против естественного отбора на индивидуальном уровне от матки к матке. Если считать «самозванок» аналогом раковых клеток в организме млекопитающих, то не является. Генетическая изменчивость потомства матки у насекомых служит той же цели, что и сложнейший механизм сопротивления инфекциям и подавления роста раковых клеток у млекопитающих, включающий продукцию Т-лимфоцитов, Т-клеточных рецепторов и В-клеток, а также главный комплекс гистосовместимости.

Групповой отбор у насекомых существует в том смысле, что судьба колонии зависит оттого, насколько успешно матка и ее роботизированное потомство конкурируют с одиночными видами и другими колониями. Когда мы пытаемся понять, на какие именно мишени действует отбор при конкуренции матки (и ее колонии) с другими матками, групповой отбор может послужить нам полезной рабочей концепцией. Однако следует признать, что многоуровневый отбор, при котором эволюция колоний рассматривается как противопоставление интересов особей и интересов колонии, больше не годится для построения моделей генетической эволюции у общественных насекомых.

Более того, сама идея альтруизма в колонии насекомых, как выясняется, имеет мало аналитической ценности для науки. Если под альтруизмом понимается принесение в жертву собственного репродуктивного потенциала, тщетно пытаться объяснить его теорией многоуровневого отбора. Матка, гены которой прошли через сито отбора, способна создавать рабочих для повышения собственной приспособленности. Без этой способности она — ничто.

Удивительно, что похожую идею, хотя и в зачаточной форме, высказал Дарвин в «Происхождении видов». Он долго и напряженно размышлял о том, как в процессе естественного отбора могли появиться стерильные рабочие муравьи. По его собственному признанию, эта трудность «сначала казалась мне непреодолимой и действительно роковой для всей теории»[15]. Наконец, он разрешил эту головоломку, придя к концепции, которую мы сегодня называем фенотипической пластичностью — мишенью отбора под действием окружающей среды является и самка, и ее потомство. Он предположил, что колония муравьев — это семья и «отбор может быть применен к семье, так же как и отдельной особи, и привести к желательной цели… *Таким образом, приготовлен ароматный овощ и разрушен индивид; однако садовод уверенно высевает семена того же сорта и ожидает получить почти такую же разновидность…. Так было, я полагаю, с общественными насекомыми…* слабые модификации в строении и в инстинкте, стоящие в связи со стерильностью некоторых членов сообщества, оказались полезными: фертильные самки и самцы благодаря этому процветали и в свою очередь передали своим размножающимся потомкам наклонность производить стерильных особей с теми же модификациями»[16].

---

[15] Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь. Перевод с шестого издания (Лондон, 1872) / Под ред. академика А. Л. Тахтаджяна. СПб.:, Наука, 1991.

[16] Выделенный курсивом текст отсутствует в шестом издании «Происхождения видов» и выполнен переводчиком этой книги с пятого издания (Лондон, 1866).

Ароматный овощ — не правда ли, удачная метафора? Сверхорганизм — царица, вокруг которой хлопочут ее дочери-прислужницы. Я считаю, что современная биология может объяснить, как возникло такое существо.

16. Гигантский скачок для всех насекомых

В этой главе я буду говорить о сложной научной проблеме простым языком, понятным широкому кругу читателей. Кроме того, я намеренно выбрал стиль изложения, который, на мой взгляд, лучше всего соответствует его предмету — быстро развивающейся специальной области знаний, где целый ряд вопросов далек от окончательного решения.

От Дарвина до наших дней зарождение и эволюцию эусоциальности изучали в основном на перепончатокрылых насекомых (*Hymenoptera*). К этому отряду относятся муравьи, пчелы и осы, а также наездники, пилильщики и рогохвосты — малозаметные, но очень многочисленные в природе насекомые. Изучив тысячи современных и ископаемых перепончатокрылых, энтомологи выстроили подробные эволюционные ряды от одиночных видов к видам, ведущим сложный общественный образ жизни. Рассмотрев такие последовательности шагов к эусоциальности, можно понять, за счет каких генетических изменений и сил естественного отбора был сделан каждый из них. Первый, железный принцип, следующий из анализа эволюции перепончатокрылых и других насекомых, — это то, что все общественные виды, как я уже говорил, имеют укрепленное гнездо. Второй принцип, не столь хорошо доказанный, но, скорее всего, не менее универсальный, заключается в том, что гнездо служит для защиты от врагов, а именно хищников, паразитов и конкурентов. Наконец, последний принцип — при прочих равных условиях даже примитивный общественный вид имеет больше шансов на успех, чем одиночная особь родственного вида, как в плане продолжительности жизни, так и в плане использования ресурсов на территории вокруг постоянного гнезда.

На ранних стадиях эусоциальности основой для дальнейшей эволюции в этом направлении является охраняемое рабочими особями гнездо, расположенное в пределах досягаемости от надежного источника пищи. Возьмем один хорошо изученный пример: у очень многих ос, например у роющих и дорожных ос, самки строят гнездо и притаскивают в него парализованную добычу, которая служит пищей для их личинок. Эусоциальность появилась по меньшей мере в семи независимых эволюционных линиях ос, которых известно 50 000-60 000 видов. При этом среди более чем 70 000 видов наездников, самки которых откладывают яйца в парализованную добычу, общественных видов нет вообще. Не поднялся до общественного уровня и ни один из 5000 исключительно разнообразных видов пилильщиков и рогохвостов, и это притом, что многие пилильщики образуют агрегации. Может показаться, что они стоят на пороге эусоциальности, «на расстоянии» всего лишь одной мутации. Однако перешагнуть этот порог пилильщикам так и не удалось — деление на касты не отмечено ни у одного вида.

Если отвлечься от перепончатокрылых, можно вспомнить про жуков-короедов (семейство *Scolytidae*) и жуков-плоскоходов (семейство *Platypodidae*). Эти мелкие насекомые обитают в мертвой древесине и питаются ею, а многие также строят ходы и заботятся там о личинках. Очень немногие виды могут делать ходы в сердцевине живых деревьев, что позволяет сосуществовать представителям нескольких поколений. Насколько нам известно, эусоциальности достиг лишь один из них — австралийский жук-плоскоход *Platypus incompertus.* Древесина эвкалиптов, в которой обитают эти жуки, отличается исключительной прочностью, и было показано, что построенные ими туннели существовали на протяжении 37 лет, и все это время, по-видимому, служили «домом» многим поколениям одной и той же жучьей «семьи».

Возьмем другой пример: есть буквально горстка общественных тлей и трипсов, и все они вызывают образование галлов — опухолевидных вздутий растительных тканей. Если вам интересно, попробуйте как-нибудь разрезать свежий галл прямо на растении и, скорее

всего, внутри вы обнаружите насекомое. Обитающие в полостях галлов колонии трипсов и тлей имеют в своем распоряжении надежный дом собственной постройки и вдоволь еды. Напротив, подавляющее большинство других известных видов тлей, а также родственных им адельгид (около 4000 видов) и трипсов (около 5000 видов), часто собираются в плотные скопления, но галлы не образуют — и разделение труда у них не отмечено.

Несколько видов раков-щелкунов (род *Synalpheus),* обитающих на мелководьях американских тропических морей, достигли эусоциального уровня — уникальный случай среди примерно 10 000 известных науке видов десятиногих ракообразных (отряд *Decapoda*). Щелкуны *Synalpheus* проделывают полости в губках, строят в них гнезда и защищают их, что также крайне необычно для представителей этого отряда.

Еще одна преадаптация к общественному образу жизни была обнаружена у одиночных пчел-галиктид (семейство *Halictidae*) из родов *Ceratina* и *Lasioglossum.* Когда исследователи помещали в одно гнездо двух пчел одного вида, они переходили к разделению труда, которое затрагивало постройку гнезда, его охрану и поиски пищи. Эксперимент повторяли многократно, и результат всегда был один и тот же. Более того, по крайней мере у двух видов *Lasioglossum* одна из самок доминировала, а вторая подчинялась. Именно так взаимодействуют между собой примитивные общественные насекомые.

Это удивительное «предвосхищение» общественного поведения невозможно объяснить эволюционной целесообразностью. По-видимому, оно является следствием общего плана развития, определяющего жизненный цикл и трудовую деятельность у одиночных видов.

Согласно этому плану, одиночная особь обычно переходит к новой задаче после завершения предыдущей. У общественных видов этот же простой алгоритм перенесен на избегание задачи, которую уже выполнил или выполняет товарищ по гнезду. Это приводит к более равномерному распределению труда между членами колонии.

Таким образом, одиночные пчелы с постепенным провиантированием[17] предрасположены к быстрому эволюционному переходу к общественному образу жизни. В них как бы заложена заведенная пружина, которая срабатывает, как только естественный отбор начинает благоприятствовать характерному для эусоциальности разделению труда.

Весьма правдоподобное объяснение предрасположенности к общественному поведению мы можем найти на более низком уровне биологических причинно-следственных отношений, а именно, на уровне организации и функционирования нервной системы. Самоорганизация двух одиночных пчел, вынужденных соседствовать, хорошо согласуется с моделью «фиксированного порога», описывающей зарождение разделения труда у общественных видов. Согласно этой модели, для того чтобы приступить к выполнению определенного задания, разные особи нуждаются в разном уровне стимуляции (иногда эта изменчивость обусловлена генетически, иногда нет). Когда перед несколькими муравьями или пчелами стоит конкретная задача, первыми к ее выполнению приступают особи с самым низким уровнем стимуляции. Их товарищи теряют интерес к этой задаче и переходят к другим видам деятельности. Таким образом, преадаптированный вид может перешагнуть порог эусоциальности в результате одного простого изменения нервной системы, в данном случае связанного с заменой одного аллеля и сложившейся в результате разницей в уровне стимуляции.

Для одиночного животного стоять на пороге эусоциальности означает иметь гнездо, защищать его и постепенно снабжать развивающееся потомство пищей (то самое прогрессивное провиантирование). Перейдет ли такое животное к общественному образу жизни, определяется обычным естественным отбором на индивидуальном уровне. Это во многом дело случая. «Эусоциальный» аллель может распространиться в популяции, а может исчезнуть, в зависимости от того, благоприятствует ли окружающая среда общественным

---

[17] Термин «постепенное провиантирование» означает, что насекомые (одиночные пчелы или осы) регулярно приносят корм личинкам. При массовом (или единовременном) провиантировании в ячейку с личинкой сразу закладывается весь необходимый ей корм.

группам или особям-одиночкам.

Если будут выполнены все необходимые условия — наличие преадаптаций, наличие, пусть с низкой частотой, «эусоциального» аллеля в популяции, благоприятствующая группам окружающая среда, — одиночный вид переступит порог эусоциальности. У этого эволюционного шага есть один удивительный аспект — ген «эусоциальности» вовсе не обязан создавать новые формы поведения. Как это часто бывает со сложными мутациями, ему достаточно заглушить прежнее поведение, то есть остановить расселение родителей и подросшего потомства из гнезда.

Итак, расселение «отменяется» и семья остается дома. Если взглянуть на эту ситуацию с другой стороны, ген эусоциальности, общий у матки и ее потомства, превращает дочерних особей в роботов, у которых экспрессирован лишь один из вариантов гибкого фенотипа царицы. В этом смысле, как я утверждал выше, примитивная колония является сверхорганизмом, то есть, по сути, существом, состоящим не из клеток, а из подчиненных организмов.

Эусоциальность, как и то, что мы любим называть альтруизмом, может быть связана с гибкой экспрессией одного аллеля или ансамбля аллелей, при условии, что родители уже имеют гнездо и постепенно снабжают потомство пищей. Все, что нужно, — это групповой отбор, действующий на признаки группы и при этом благоприятствующий семьям, остающимся в гнезде. Именно отсюда начинается подъем к экологическому превосходству. Именно в этот момент возникает новый уровень биологической организации. *Один маленький шаг для царицы с ее новоиспеченной свитой оборачивается гигантским скачком для всех насекомых* [18].

Итак, переход к эусоциальности связан с давлением окружающей среды на матку и ее маленькую колонию. В чем именно оно выражается? Полевые и лабораторные исследования на эту тему только начинаются, но в нашем распоряжении уже есть несколько наводящих примеров. Например, самки одиночной осы *Ammophila pubescens* выводят личинок в почвенных норках, массово снабжая их пищей — гусеницами. Территорию постоянно патрулируют паразитические мухи подсемейства *Miltogramminae* (семейство *Sarcophagidae*), которые, пробравшись в норку, помещают туда собственных личинок, которые сначала съедают личинку осы, а потом заготовленный для нее провиант. Обычно норка плотно закупорена, однако аммофила вынуждена открывать ее всякий раз, когда приносит новую гусеницу. Таким образом, существенная часть потомства осы погибает от паразитов. Разумно предположить, что потери были бы значительно меньше, если бы вторая самка сторожила гнездо. А если бы такая пара перешла к постепенному провиантированию и взрослое потомство оставалось бы в родительском гнезде, то это уже можно было бы назвать эусоциальностью.

Конкретные примеры такой адаптации и основанного на ней перехода к эусоциальности мы находим у примитивных эусоциальных пчел-галиктид (семейство *Halictidae*) и ос-полистин (подсемейство *Polistinae*). Недавно в одном исключительно любопытном исследовании было показано, что два вида галиктид «вернулись» к одиночному образу жизни, после того как перестали без разбора собирать пыльцу многих растений и стали питаться пыльцой лишь некоторых видов. Такому поведению нашлось достаточно очевидное объяснение. Пищевая специализация обычно появляется тогда, когда дает преимущество перед конкурентами, которые тоже питаются на растениях. Такая специализация (надо полагать, генетически обусловленная) укорачивает сезон сбора пыльцы и исключает возможность перекрывания поколений. Соответственно, сводятся на нет как шансы на образование общественной колонии, так и преимущества от присутствия охраняющих гнездо пчел.

---

[18] Перефразированные слова американского космонавта Нейла Армстронга, которые тот произнес, ступая на поверхность Луны: «Это один маленький шаг для человека, но гигантский скачок для всего человечества».

Нетрудно представить себе и обратный процесс, и он практически наверняка действительно имел место. Большое количество кормовых растений предрасполагает к появлению многих поколений в течение сезона. Это повышает вероятность того, что они будут находиться в гнезде одновременно. Сходные данные были получены и в отношении примитивных общественных ос. Если образование групп более выгодно, чем расселение, один-единственный аллель, предписывающий дочерним особям оставаться в гнезде, может закрепиться во всей популяции. Когда это происходит, матка переходит от производства способных к расселению дочерних особей к производству роботов-помощников. Это предписание не безоговорочно: в сезон спаривания часть женского потомства «воспитывается» как будущие матки, запрограммированные на то, чтобы расселиться и дать начало новым колониям.

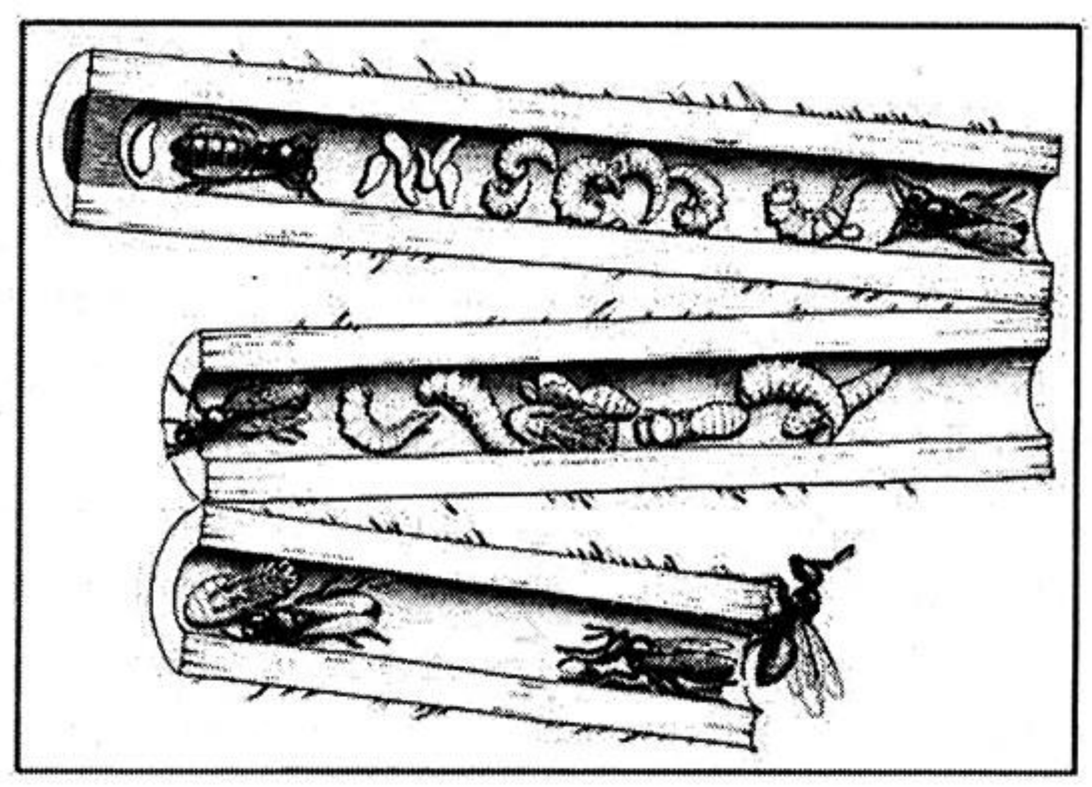
Заключительный шаг к общественному образу жизни, а именно приобретение одного или нескольких аллелей, заглушающих программу расселения, — вполне реальная возможность. Например, при всем разнообразии современных муравьев, сосуществование крылатых репродуктивных самок и бескрылых самок-рабочих — широко распространенная черта их колоний. Судя по двукрылым (комарам и мухам) и чешуекрылым (бабочкам) — очень древним отрядам насекомых, — развитие крыльев у крылатых насекомых осуществляется под контролем стабильной сети регуляторных генов. Однако уже очень давно, 150 млн лет назад, у первых муравьев (или их непосредственных предков) регуляция развития крыльев изменилась: стало возможным «отключение» некоторых генов под действием определенного питания или другого фактора. Так появилась каста бескрылых рабочих особей.

Столь же поучительный пример того, как небольшое генетическое изменение влечет за собой масштабные перемены, касающиеся общественного образа жизни, — число маток и территориальное поведение красного огненного муравья *Solenopsis invicta.* Этот инвазивный вид был завезен в США из Южной Америки в середине 1930-х гг. Поначалу в колониях этого вида была лишь одна функционирующая матка или лишь немногим больше. Эти муравьи проявляли четкое территориальное поведение, основанное на запахе, и гнезда разных колоний всегда находились далеко друг от друга. Где-то в 1970-х гг. эта линия огненных муравьев стала сдавать позиции другой. «Новые» муравьи больше не защищали свою территорию, и в каждой колонии было много маток. Оказалось, что разница между линиями связана с изменчивостью лишь одного основного гена — Gp-9. Расшифровав последовательности двух аллелей этого гена, исследователи установили, что их продукт — ключевой молекулярный компонент, отвечающий за узнавание запаха товарищей по гнезду. Носители аллеля «множественных самок», по-видимому, почти или совсем не могут отличать «своих» от «чужих»; не могут они и узнавать потенциальных яйцекладущих самок. В результате утрачивается важный способ регуляции числа маток, что коренным образом влияет на организацию колонии.

В отличие от ситуации с бескрылостью и запахом колонии, мы пока что не знаем, какое именно генетическое изменение приводит к ранней стадии эусоциальности, однако это вполне может стать предметом будущих исследований. Было высказано предположение, что генетическая основа формирования каст — рабочих и цариц — у бумажных ос рода *Polistes* совпадает с генетическими механизмами, регулирующими физиологию зимней спячки у одиночных перепончатокрылых. Действительно, реакция на экологические факторы может играть важную роль. И вот что интересно: ответственный за изменение аллель или ансамбль аллелей вовсе не обязан, появившись в результате мутации, распространяться за счет группового отбора. Возможна ситуация, когда ключевой аллель закрепляется в популяции под действием непосредственного индивидуального отбора, — одиночное поведение является нормой, а общественное поведение проявляется при необычных, редких, экстремальных условиях. Однако в ответ на соответствующее пространственное или временное изменение окружающей среды такое поведение может стать нормой. Такая потенциальная возможность хорошо видна на примере японской пчелы *Ceratina flavipes*

(подсемейство *Xylocopinae*), строящей гнезда в стеблях растений. Большинство самок запасают пыльцу и нектар поодиночке, но очень редко (чуть более чем в 0,1 % гнезд) две пчелы сотрудничают между собой. В таком случае между ними возникает разделение труда: одна откладывает яйца и охраняет вход в гнездо, а другая ищет и приносит пищу.

Рис. 16–1. Гнездо примитивной общественной тайваньской пчелы *Braunsapis sauteriella* в полом стебле кустарника лантаны. Вверху слева — матка, откладывающая гигантские яйца. Рабочие пчелы кормят личинок комочками пыльцы, прикрепленными к внутренним стенкам стебля; по мере того как личинки съедают запасы, рабочие приносят новые порции (постепенное провиантирование). (Источник: Edward O. Wilson, The Insect Societies [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971]. Рисунок: Sarah Landry на основе иллюстрации Kunio Iwata в Sakagami, 1960.)



Еще один пример генетической гибкости на ранних стадиях эусоциальности — галиктида *Halictus sexcinctus.* Эта пчела балансирует на грани общественной эволюции. На юге Греции колонии одной наследственной линии этих пчел основаны сотрудничающими самками, а колонии другой линии — одной территориальной самкой, потомство которой становится рабочими особями.

Индивидуальный отбор может вносить некоторый вклад в происхождение эусоциальности, однако сохранение и развитие этого образа жизни происходит за счет группового отбора, основанного на условиях окружающей среды и действующего на признаки группы как целого. К числу таких признаков, как показывает изучение самых примитивных общественных муравьев, пчел и ос, относится поведение, связанное с доминированием, а также репродуктивное разделение труда и, вероятно, какие-то основанные на феромонах способы подачи и восприятия сигналов тревоги. Вид на ранних стадиях эусоциальности — генетический монстр; я уже говорил об этом и сейчас подчеркиваю еще раз. С одной стороны, новые «общественные» признаки поставлены на службу группе, с другой — большая часть генома, на которую много миллионов лет до появления эусоциальности действовал непосредственный индивидуальный отбор, благоприятствует расселению и размножению отдельной особи. Чтобы групповой отбор намертво сковал членов группы одной цепью, возобладав над разлагающим влиянием индивидуального, до финиша (эусоциальности) должна оставаться лишь очень короткая

эволюционная дистанция. Короткой она бывает, если у вида есть определенный набор преадаптаций, включая строительство гнезда для выведения потомства. Относительная редкость таких преадаптаций в сочетании с высоким барьером, которую ставит на пути к эусоциальности индивидуальный отбор, — возможно, вполне достаточное объяснение загадки редкого возникновения эусоциальности в истории жизни на Земле.

Для перехода к общественному образу жизни нужно лишь одно генетическое изменение — наличие у самки-основательницы аллеля, «привязывающего» к гнезду как саму самку, так и ее потомство. Преадаптации предоставляют необходимую для развития эусоциальности анатомическую и поведенческую «гибкость»; появляются также новые признаки, связанные с взаимодействием членов группы. На все это тут же начинает действовать групповой отбор (т. е. отбор на уровне колонии). Таким образом складываются предпосылки к крайнему усложнению общественной организации, которое неоднократно возникало у муравьев, пчел и термитов.

Предполагается, что на ранних стадиях эусоциальности остающееся в гнезде потомство примет на себя роль рабочих особей в соответствии с унаследованным основным поведенческим правилом. Впоследствии может появиться и морфологически обособленная каста рабочих особей. Это может произойти за счет «изменения маршрута» экспрессии генов: экспрессия генов заботы о потомстве происходит раньше, чем экспрессия генов, отвечающих за фуражирование. Таким образом, «нормальное» направление общего плана развития взрослых особей меняется на обратное. При этом изменение маршрута запрограммировано так, чтобы фенотипическая пластичность аллелей, предписывающих общий план развития, отчасти сохранилась. Появление анатомически обособленной касты рабочих, по-видимому, является переломным моментом эволюции эусоциальности, так сказать, «точкой невозврата». Если бы матка умела говорить, она бы обратилась к ним на языке феромонов: «Мы будем стоять до конца на всех шести ногах и либо вместе победим, либо вместе же и погибнем». Баланс и сотрудничество необходимы для колонии. Если будет слишком много маток, не хватит рабочих для обслуживания гнезда. Слишком многочисленные рабочие истощат ресурсы вокруг гнезда. Мало солдат — и гнездо погибнет под натиском хищников. Мало фуражиров — и колония умрет от голода.

17. Общественные инстинкты как продукт естественного отбора

Мысль о том, что инстинкт возникает под действием естественного отбора, впервые высказал Чарльз Дарвин в книге «Выражение эмоций у человека и животных» (1873). В этой последней и наименее известной из его четырех основополагающих работ Дарвин утверждает, что наследуются не только анатомические и физиологические признаки вида, но и свойственные ему поведенческие черты. Они возникли и сохранились по сей день, потому что в прошлом способствовали выживанию и размножению.

Впоследствии это глубокое прозрение многократно подвергалось проверке. На нем во многом базируется наше современное понимание поведения. Его действенность позволила Конраду Лоренцу, одному из основателей современной науки о поведении животных, столетие спустя назвать Дарвина «небесным покровителем психологии».

Тем не менее вряд ли найдется современная научная гипотеза, провоцировавшая более бурную полемику, чем предположение, что человеческий инстинкт — продукт мутаций и естественного отбора. В 1950-х годах эта гипотеза выстояла под яростным шквалом нападок со стороны радикальных бихевиористов и их идейного вдохновителя Б. Ф. Скиннера, утверждавших, что все поведенческие реакции как животных, так и человека являются в той или иной мере результатом научения. В последующие два десятилетия это представление о мозге как о «чистой доске» отступило под давлением доказательств, что инстинкты действительно формируются за счет естественного отбора. По крайней мере у животных. Общественное поведение человека еще лет двадцать продолжали считать «чистой доской». Гуманитарии и общественники упорно настаивали на том, что сознание индивидуума

целиком и полностью определяется окружающей средой и историей его развития. Существует свобода воли, и она сильна, говорили они; над сознанием безраздельно властвуют воля и судьба. И наконец: все проявления сознания относятся исключительно к духовной сфере; у человеческой природы нет и не может быть генетической основы.

На самом деле уже тогда существовали убедительные свидетельства обратного. Сегодня же наука располагает массой неопровержимых доводов в пользу того, что инстинкты и человеческая природа имеют генетическую основу, и каждое новое исследование лишь подтверждает это положение. К изучению биологических начал инстинктов и человеческой природы все чаще обращаются не только генетика, нейробиология, антропология, но даже общественные и гуманитарные науки.

Каким же образом естественный отбор создает инстинкты? Давайте разберем его механизм на простом примере. Представим, что в смешанном дубово-сосновом лесу обитает популяция птиц. Предположим, что эти птицы строят гнезда только на дубах. Предпочтение дубов обусловлено генетически — в нашем простейшем случае одним аллелем (одним из двух или нескольких вариантов гена). Будем называть его аллелем *a.* Птицы с аллелем *a* гнездятся только на дубах, хотя сосен в лесу ничуть не меньше. Их мозг автоматически регистрирует определенные признаки этих деревьев, например высоту и форму кроны или, скажем, толщину и текстуру сучьев.

В какой-то момент лес начинает меняться. Дубов становится все меньше и меньше, например вследствие локального изменения климата или вспышки заболевания. Сосны, лучше приспособленные к новым условиям, со временем начинают преобладать в этом лесу.

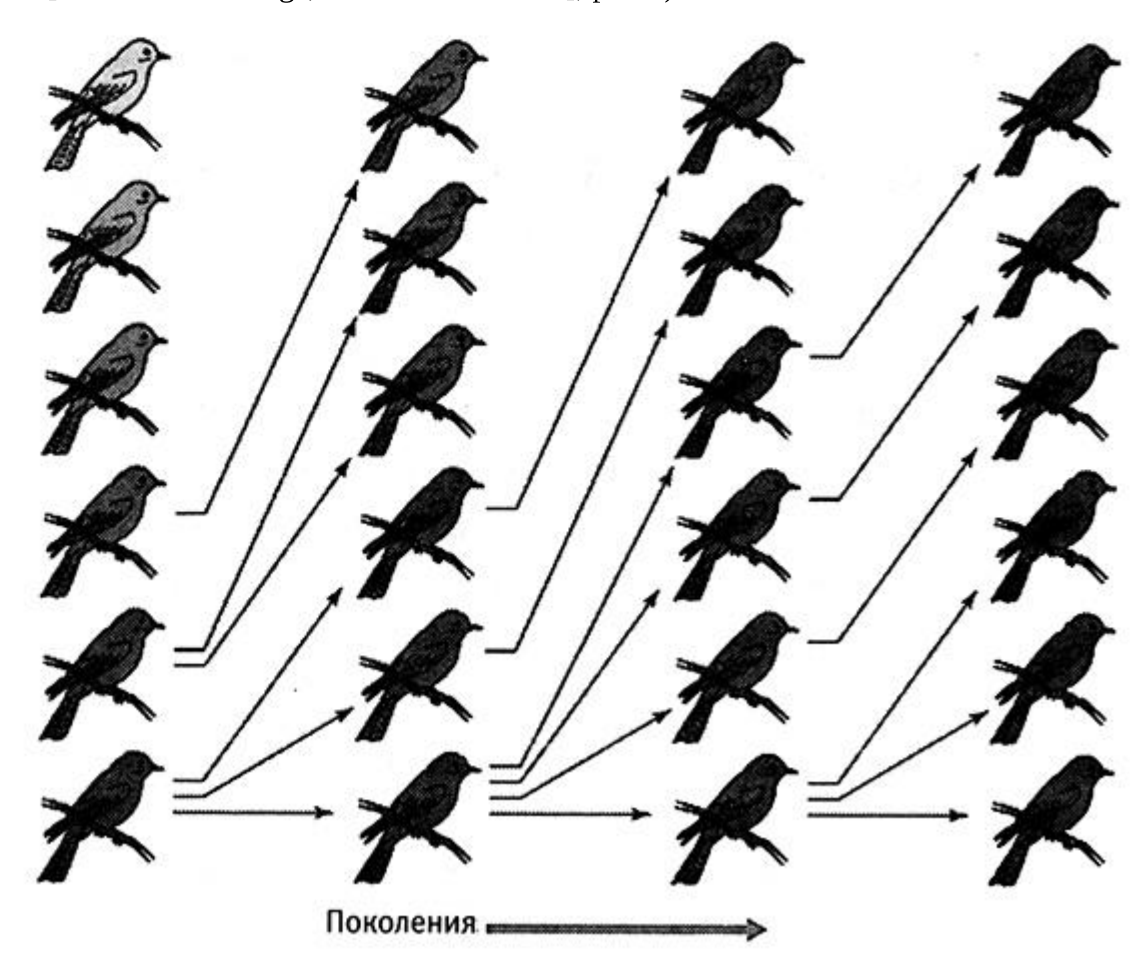
Тем временем в птичьей популяции появляется другая форма гена, ответственного за выбор места гнездования, — аллель *b* . Он возник в результате мутации «дубового» аллеля *a.* Может быть, это произошло совсем недавно, а может быть, такая мутация неоднократно, хотя и редко, случалась и раньше, обеспечивая присутствие в популяции очень небольшого процента особей с аллелем *b* . Возможен и еще один вариант — «сосновый» аллель занесла в нашу популяцию птица, случайно прилетевшая из соседнего леса (где другая популяция того же вида предпочитает гнездиться на соснах).

Как бы то ни было, птицы с аллелем *b* выбирают сосны для строительства гнезд. В изменившемся лесу, где сосен больше, чем дубов, они более успешны, чем их собратья с аллелем *a.* Частота аллеля *b* растет из поколения в поколение. Может быть, он со временем даже полностью вытеснит аллель *a,* а может быть, и нет. В любом случае *произошла эволюция.* Правда, это изменение, затронувшее лишь один ген в одной популяции, невелико в сравнении с общим размером генома. Значит, рассмотренный случай — пример микроэволюции. Однако это небольшое изменение влечет за собой серьезные последствия. Благодаря ему популяция не вымрет от недостатка мест гнездования, а будет по-прежнему жить в лесу, который стал сосновым. Эволюционное изменение произошло путем естественного отбора. Меняющаяся окружающая среда «отобрала» новый аллель *b* , «отбросив» распространенный прежде аллель *a.* В результате изменился инстинкт выбора места гнездования.

В любой популяции любого вида всегда встречаются особи с мутантными аллелями, в том числе и в поведенческих генах. Дело в том, что в геноме постоянно происходят мутации — за счет случайных изменений пар нуклеотидов («букв ДНК»), или изменений небольших участков молекулы ДНК, или изменений числа хромосом и перестройки их структуры. В подавляющем большинстве случаев мутации вредны для организма и поэтому скоро исчезают или остаются в очень небольшом количестве. Однако некоторые, очень редкие мутации предоставляют своим носителям определенное преимущество, например понижают смертность, или повышают репродуктивный успех, или и то и другое одновременно. Тогда частота мутантных аллелей в популяции растет, как в случае с аллелем *b* из нашего примера про птиц. Этот процесс протекает постоянно. Следовательно, *эволюция идет всегда.*

Рис. 17–1. В простейшем случае эволюция происходит, когда носители одного аллеля

более успешны, чем носители другого (например, меньше гибнут, или производят больше потомков, или и то и другое). В данном гипотетическом примере отбор благоприятствует темноокрашенным птицам. (Источник: Carl Zimmer, The Tangled Bank: An Introduction to Evolution [Greenwood Village, CO: Roberts. 2010], p. 33.)



Геном организма состоит из миллионов «букв», и мутации, хоть и возникают постоянно, редко затрагивают какой-то конкретный ген. В данном случае «редко» может означать один раз на миллион особей за поколение или даже один раз на десять миллионов особей. Тем не менее если изменение благоприятствует выживанию и размножению, как «сосновый» аллель *b,* оно может распространиться в популяции с потрясающей скоростью. Так, например, частота аллеля может вырасти с 10 до 90 % всего за десять поколений, даже если он дает лишь незначительное преимущество.

Эволюционной динамике посвящена обширная научная литература, основанная на сочетании полевых и лабораторных исследований с математическими разработками последних ста лет. Опираясь на это знание, современная эволюционная биология наращивает конкретность, глубину и охват. Исследования ведутся широким фронтом, затрагивая разнообразные аспекты полового и бесполого размножения, молекулярных основ наследственности, влияния экологических факторов на микроэволюцию и взаимодействия генов в процессе развития клеток и организмов.

Обсуждая эволюцию на уровне генов, легко погрязнуть в мудреных технических подробностях. Тем не менее из нее вполне можно почерпнуть несколько общих принципов, без которых было бы невозможно понять генетическую основу инстинктов и общественного поведения.

Один такой принцип — различие между единицей наследственности с одной стороны и мишенью отбора в движущем процессе эволюции — с другой. *Единица наследственности* — это ген или группа генов (аллели *a* и *b* в примере с птицами). *Мишень отбора* — это признак или сочетание признаков, кодируемое единицами наследственности (инстинктивный

выбор места гнездования). В зависимости от условий среды такие признаки могут быть выгодны или невыгодны для организма. У человека такими мишенями отбора являются, например, склонность к гипертонии и устойчивость к конкретной болезни; у птиц — инстинктивный выбор места для гнездования.

Естественный отбор обычно является *многоуровневым:* он действует на гены, кодирующие мишени отбора на разных уровнях биологической организации, например на уровне клетки и организма или на уровне организма и колонии. Яркий пример многоуровневого отбора мы наблюдаем в случае рака. Раковая клетка — мутант, способный бесконтрольно расти и размножаться за счет организма, то есть сообщества клеток. Отбор действует в противоположных направлениях на двух соседних уровнях — клеточном и организменном. «Сбившиеся с пути» раковые клетки могут привести к болезни и смерти организма. Напротив, если рост раковых клеток удается обуздать, организм — сообщество клеток — остается здоровым.

Если колония представляет собой объединение независимых членов (например, человеческое общество), а не команду роботов — носителей генома матки (например, колония муравьев), то отбор, направленный на генетически разнообразных особей, благоприятствует эгоистичному поведению. С другой стороны, групповой отбор обычно поддерживает проявления альтруизма. Обманом можно урвать лакомый кусочек, уклониться от опасного задания, нарушить правила — короче говоря, обеспечить себе уютное существование в пределах колонии. Однако в схватке с группой единомышленников группу обманщиков ждет крах. Прочность связей и уровень регуляции в колонии зависят от соотношения эгоистов и альтруистов. Оно, в свою очередь, определяется как эволюционной историей вида, так и относительной силой индивидуального и группового отбора на ее протяжении.

Признаки-мишени, на которые действует исключительно групповой отбор, связаны со взаимодействием между членами группы. Оно выражается в общении, разделении труда, доминировании и подчинении, сотрудничестве при выполнении общих задач. Если успех конкретной группы связан с характером взаимодействий между ее членами (например, уровень интеграции в ней выше, чем в соседних группах), предписывающие такое взаимодействие гены распространятся в популяции, увеличивая частоту с каждым поколением.

Сочетание разнонаправленных типов отбора — индивидуального и группового — приводит к мешанине альтруизма и эгоизма, добродетели и греха среди членов общества. Если человек, отказавшись от вступления в брак, полностью посвятит себя общественно полезной деятельности, он принесет пользу обществу, хотя и не оставит потомства. Идущий в бой солдат внесет свой вклад в защиту родины, но его шансы погибнуть гораздо выше, чему у того, кто останется дома. Беззаветный труженик — ценное приобретение для группы, а бездельник и трус — бремя для нее.

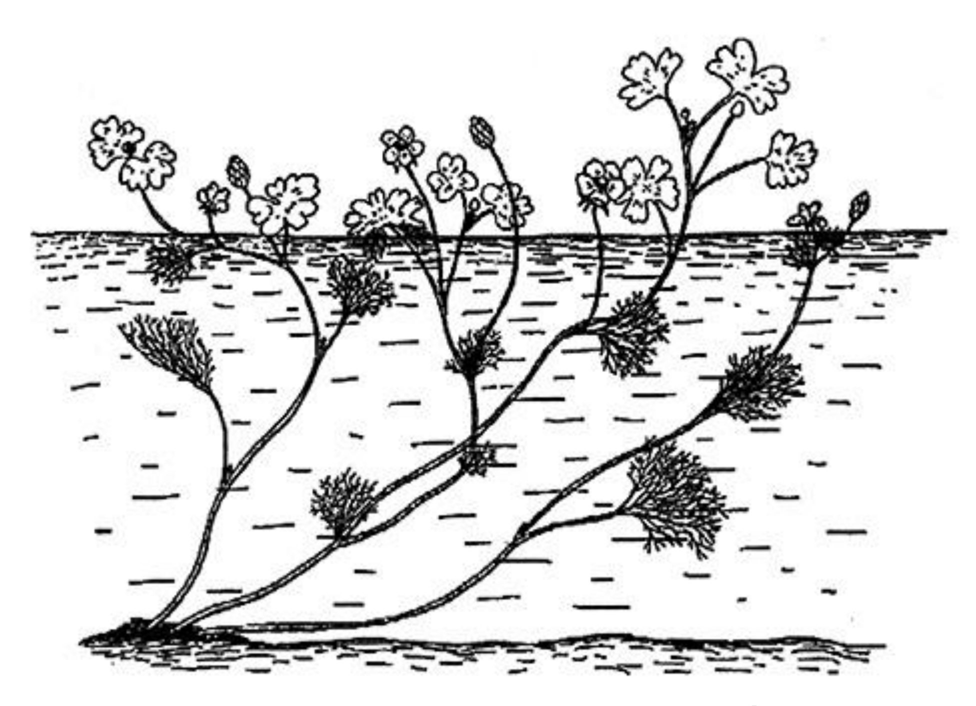
Еще одно явление, необходимое для понимания эволюции сложного общественного поведения, — это *фенотипическая пластичность.* Фенотип — это совокупность всех признаков и свойств особи, формирующихся в процессе взаимодействия генотипа и внешней среды. Некоторые признаки (пять пальцев на руке, цвет глаз) однозначно определяются генотипом, в то время как некоторые другие зависят от условий развития. Склонность гнездиться на дубах или на соснах — один из фенотипических признаков птиц в нашем примере. Он определяется генотипом, если конкретно, то аллелями a и b. Так вот, чтобы проиллюстрировать фенотипическую пластичность, предположим, что аллель b, который в норме определяет склонность гнездиться на соснах, при определенных условиях — причем, возможно, таких, которые складываются крайне редко, — может определять гнездование на дубах.

У фенотипической пластичности есть один аспект, который не до конца понимают даже некоторые биологи. Речь идет о том, что ее объем в той или иной степени тоже является мишенью отбора. Рассмотрим классический пример. Форма листьев водяного

лютика зависит оттого, где он растет. Один и тот же генотип дает тонко рассеченные листья, если растение находится в воде, и широкие лопастные листья, если оно растет на суше. Если в воду погружена только нижняя часть водяного лютика, на нем образуются листья обоих типов. Более того, лист, сформировавшийся на границе между воздухом и водой, имеет широкую верхнюю и рассеченную нижнюю часть.

Наконец, говоря об эволюции путем естественного отбора, необходимо осознавать разницу между *непосредственными причинами,* определяющими то, как функционирует структура или процесс, и *первопричинами,* определяющими то, почему структура или процесс вообще существует. Вернемся к птицам, сменившим дубы на сосны.

Рис. 17–2. Водяной лютик (*Ranunculus aquatilis*) обладает ярко выраженной фенотипической пластичностью — форма листа зависит от его положения. (Источник: Theodosius Dobzhansky, Evolution, Genetics, and Man [New York: Wiley, 1955].)



Непосредственная причина микроэволюции — наличие аллеля *b.* Он предрасполагает к выбору сосен, а если точнее, предписывает определенное развитие эндокринной и нервной систем, опосредующее изменение гнездового поведения. Первопричиной же является давление естественного отбора, вызванное изменением окружающей среды: исчезновение дубов и их замена соснами дают мутантному аллелю *b* преимущество перед обычным прежде аллелем *a.* Именно естественный отбор — причина того, что во всей популяции аллель *a* заменяется на аллель *b.*

Перепутать непосредственные причины с первопричинами очень легко, особенно когда дело касается такого сложного многоуровневого процесса, как эволюция человека. Мы часто читаем, что причиной революционного увеличения человеческого интеллекта было подчинение огня, или прямохождение, или переход к охоте с преследованием дичи, или сочетание каких-то из этих факторов. Я не оспариваю огромную важность этих эволюционных вех, однако первопричинами они не были. Это были этапы пути к сложному общественному поведению современного человека. Каждый из них был независимой адаптацией и имел свои собственные непосредственные причины и первопричины, подобно постоянным гнездам и постепенному провиантированию, которые подвели к эусоциальности некоторых насекомых. Заключительным шагом было формирование мозга современного *Homo sapiens.* Оно вызвало культурный взрыв, который продолжается по сей день.

18. Движущие силы общественной эволюции

Говоря об эволюции общественного поведения, следует в первую очередь подумать о том, на каком уровне биологической организации работает естественный отбор? Может быть, он воздействует на особей таким образом, что их потомки собираются в группы и действуют сообща, — и все потому, что принадлежать к такой группе — огромное преимущество? Или, быть может, альтруизм основан на родстве, ведь член группы, способствующий размножению родственников, передает в следующее поколение свои гены, даже не оставив потомства? Или же, наконец, дело в том, что носители генов альтруизма проявляют столь высокую степень сотрудничества и организованности, что их группы неизменно одерживают верх над объединениями эгоистичных индивидов?

Результаты многих новейших исследований указывают на третий из предложенных вариантов ответа, иными словами, на то, что естественный отбор работает на групповом уровне. В этой главе я объясню, почему это так. Как и в главе 16, мне придется прибегнуть к научному стилю изложения материала, но я постараюсь, чтобы мои объяснения были максимально понятны широкому кругу читателей. Так случилось, что я много лет занимался этой темой, и один фрагмент общей теории, над которым я работал последнее время, стал предметом яростной полемики. Так что можете считать эту главу свежей сводкой с научной передовой.

Долгое время эволюцию сложного общественного поведения объясняли теорией совокупной приспособленности (она же теория родственного отбора). Согласно этой теории, центральное место в происхождении общественного поведения занимает родство. По сути она утверждает, что чем теснее родственные связи в группе, тем большего альтруизма и сотрудничества можно ожидать от ее членов и, следовательно, тем больше шансов, что группа перейдет к общественному образу жизни. Эта гипотеза обладает необычайной притягательностью, поскольку интуитивно приемлема. Это ведь так естественно — отдавать предпочтение своей родне, так почему бы родственникам — и муравьям, и людям — не держаться вместе?

На протяжении более чем сорока лет теория совокупной приспособленности оказывала глубокое воздействие на интерпретацию генетической эволюции всех форм общественного поведения. Особенно часто к ней обращались для объяснения родственного альтруизма, то есть самопожертвования (в том числе в виде отказа от собственного вклада в размножение) ради другого члена группы.

Совокупная приспособленность — продукт родственного отбора, за счет которого индивид может влиять на успех размножения своих родственников по боковой линии, например родных и двоюродных братьев и сестер. В строго биологическом смысле поведение индивида можно охарактеризовать как альтруистическое, если с точки зрения генетической приспособленности его родственники по боковой линии оказываются в выигрыше, а сам альтруист — в проигрыше. «Совокупная приспособленность» индивида складывается из его собственной приспособленности (то есть числа его потомков, которые успешно размножились и имеют собственных детей) и влияния его действий на приспособленность родственников по боковой линии (братьев и сестер, тетушек и дядюшек, двоюродных братьев и сестер). Если совокупная приспособленность индивида и приспособленность его группы в целом повышаются (несмотря на снижение приспособленности отдельных особей), то, говорит нам теория, повышается также и частота гена альтруизма у всего вида. Теория родственного отбора быстро привлекла внимание как ученых, так и общественности, которые оценили ее простоту и убедительность, с которой она, как казалось тогда, объясняла важность альтруизма в общественной жизни.

Идею родственного отбора впервые высказал британский биолог Дж. Б. С. Холдейн в 1955 году, но сама теория была разработана несколько позже, в 1964 году, его соотечественником Уильямом Гамильтоном. Он вывел основополагающую формулу, ставшую социобиологическим аналогом «E = mc2», — неравенство *rb > c* . Оно означает, что частота аллеля альтруизма в популяции повысится, если выгода (*b — benefit*) для родича,

умноженная на степень его родства (*r — relatedness*) с альтруистом, больше, чем ущерб (*c — cost)* для альтруиста. Холдейн и Гамильтон понимали *r* как долю общих, идентичных по происхождению генов у альтруиста и «реципиента» альтруизма. Например, альтруизм возникнет, если выгода для брата или сестры в два раза превышает ущерб для альтруиста ($r = 1/2$) или если выгода для кузена или кузины превышает ущерб в 8 раз ($r = 1/8$). Очень грубый пример: вы способствуете распространению вашего альтруистичного гена, если из альтруистических соображений отказываетесь обзаводиться потомством, но в результате ваших действий у вашей сестры рождается втрое (вчетверо, впятеро и т. д.) больше детей.

Идею родственного отбора лучше всего выразил сам Холдейн:

> «Предположим, что вы — носитель редкого гена. Он определенным образом влияет на поведение, заставляя вас броситься в реку, чтобы спасти тонущего ребенка, однако один шанс из десяти, что вы при этом погибнете. У меня такого гена нет. Я спокойно стою на берегу, и ребенок тонет на моих глазах. Если это ваш сын или дочь или же ваш брат или сестра, то вероятность того, что спасенное чадо тоже имеет этот редкий ген, равна 50 %. Таким образом, на один ген, канувший в Лету вместе с погибшим взрослым, приходится пять генов, сохраненных для будущего. Если вы спасете внука или племянника, преимущество составит уже не 5 к 1, а 2,5 к 1. Если вы спасете двоюродного брата, преимущество будет незначительным. Если вы спасете двоюродного племянника, этот ценный ген, скорее всего, будет утрачен для популяции. Однако в тех двух случаях, когда я действительно вытаскивал из воды тонущих людей (с минимальным риском для собственной жизни), у меня не было времени на подобные подсчеты. Не занимались ими и люди эпохи палеолита. Вполне очевидно, что гены, отвечающие за подобное поведение, могут распространиться только в небольших популяциях, где „тонущие дети“ почти всегда оказываются близкими родственниками рискующих жизнью „спасателей“. Трудно представить себе механизмы распространения таких генов в сколь бы то ни было обширных популяциях. Конечно, самые благоприятные условия складываются в муравейниках и пчелиных ульях, где все обитатели — братья и сестры в буквальном смысле слова».

Я познакомился с гипотезой родственного отбора в 1965 году, когда мне в руки попала вышедшая годом раньше статья Гамильтона. Поначалу я был настроен скептически. В то время нам уже было известно огромное разнообразие вариантов общественной организации у насекомых, однако мы практически ничего не знали о том, как они возникли, и я сомневался, что всю эту сложность можно описать такой наипростейшей формулой, как неравенство Гамильтона. Кроме того, мне трудно было поверить, что на революционный подход в нашей области мог наткнуться новичок, да еще такой молодой, ведь Гамильтону было всего 28 лет — совсем немного для эволюционного биолога. (Мне самому было на тот момент всего 35 лет, но об этом я как-то не подумал.) Однако, внимательно изучив вопрос, я переменил свою точку зрения. Меня пленила оригинальность этой гипотезы, будоражила мысль, что теперь объяснятся многие нерешенные проблемы. Мы с Биллом Гамильтоном стали единомышленниками. В том же 1965 году мы вместе присутствовали на заседании Лондонского королевского энтомологического общества, и я защищал гипотезу родственного отбора перед весьма враждебной аудиторией.

Гамильтон не сомневался в научной значимости своей работы, но был подавлен тем, что его статью о родственном отборе не приняли в качестве диссертации. Во время наших совместных прогулок по Лондону я, как мог, пытался подбодрить его. Я уверял его, что в следующий раз диссертацию обязательно примут и что она окажет большое влияние на развитие нашей области. Я оказался прав по обоим пунктам. Я вернулся в Гарвард, и в последующие несколько лет родственный отбор и совокупная приспособленность заняли видное место в моих книгах «Общества насекомых» (1971), «Социобиология: новый синтез» (1975) и «О природе человека» (1978). В этих трех работах я организовал наши знания об общественном поведении в новую, основанную на популяционной биологии дисциплину. Я

назвал ее социобиологией; позже она дала начало еще одной новой дисциплине — *эволюционной* психологии. Однако в 1960–1970-х годах меня вдохновляла не формула Гамильтона сама по себе, в ее абстрактной форме. Волшебную силу этой формуле придавало блестящее предположение Гамильтона, впоследствии получившее название гаплодиплоидной гипотезы. Гаплодиплоидия — это такой механизм определения пола, когда оплодотворенные яйца становятся самками, а неоплодотворенные — самцами. В результате сестры более тесно связаны друг с другом ($r = 3/4$, то есть три четверти генов у них идентичны по происхождению), чем дочери по отношению к матерям ($r = 1/2$, то есть идентична лишь половина генов). У перепончатокрылых, к которым относятся муравьи, пчелы и осы, пол определяется как раз за счет гаплодиплоидии. Поэтому, согласно Гамильтону, общественные колонии — объединения альтруистичных сестер — должны возникать в этом отряде чаще, чем у других насекомых с обычным, диплодиплоидным методом определения пола.

Практически все общественные виды, известные в 1960–1970-х годах, относились к отряду перепончатокрылых и, соответственно, прекрасно укладывались в гаплодиплоидную гипотезу. В научных журналах и учебниках 1970–1980-х годов причинно-следственная связь между гаплодиплоидией и эусоциальностью упоминалась как нечто само собой разумеющееся. Казалось, найден всеобъемлющий принцип, достойный самого Ньютона, ведущий от частного биологического правила к глобальной эволюционной закономерности — распределению эусоциальности в животном мире. Этот прочный базис внушал доверие и к надстройке — социобиологической теории, основанной на главенствующей роли родства.

Однако к 1990-м годам гаплодиплоидная гипотеза начала подводить. Во-первых, с ее помощью невозможно объяснить общественную организацию термитов. Во-вторых, в сферу внимания ученых стало попадать все больше общественных животных с диплодиплоидным способом определения пола. Среди них были один вид жуков-плоскоходов, несколько независимых эволюционных линий раков-щелкунов и две независимые линии голых землекопов. Надежность корреляции между гаплодиплоидией и эусоциальностью упала ниже статистически достоверного уровня. В настоящее время большинство специалистов по общественным насекомым отвергает гаплодиплоидную гипотезу.

Тем временем появились и другие наблюдения, противоречащие основным положениям теории родственного отбора и совокупной приспособленности. Одно из них довольно очевидно: общественный образ жизни возникал в эволюции животных исключительно редко, хотя, если верить теории родственного отбора, предпосылок для перехода к нему было более чем достаточно. Существует множество независимых линий гаплодиплоидных и клональных видов (последние вообще имеют максимально возможную степень родства — $r = 1$), и у большинства из них не отмечено ни одного случая общественного образа жизни.

Выяснилось также, что близкое родство иногда оказывается помехой эволюции альтруизма, так как существуют определенные «уравновешивающие» силы отбора. Например, групповой отбор может способствовать большей генетической изменчивости, как было показано у муравьев *Pogonomyrmex occidentalis* и *Acromyrmex echinatior,* и связано это, по крайней мере у второго из этих двух видов, с повышением устойчивости к болезням. Еще один пример — генетическая изменчивость предрасположенности к образованию «субкаст» в пределах касты рабочих особей муравья *Pogonomyrmex badius,* что может приводить к большей специализации при разделении труда и повышать приспособленность колонии (последнее предположение, правда, еще не проверено). Высокая стабильность температуры гнезда у медоносных пчел и муравьев рода *Formica* тоже связана с повышенным генетическим разнообразием. Другие факторы, которые могут снижать ценность тесного родства для колонии, — это непотизм[19], оказывающий разрушительное

[19] Когда рабочие в первую очередь заботятся о близкородственных особях в ущерб другим членам колонии.

действие на колонию, и близкородственное скрещивание, которое имеет множество негативных последствий, хотя и повышает генетическое родство членов колонии.

Б*о* льшая часть этих уравновешивающих сил появилась под действием группового отбора (в случае общественных насекомых точнее будет сказать, за счет отбора между колониями). Повторю, что это следующий уровень отбора после индивидуального. Он действует на генетически обоснованные признаки, появившиеся в результате взаимодействия между членами группы, в частности на детерминацию каст, разделение труда, взаимодействие между особями и совместное строительство гнезда. Колония достаточно обособлена, чтобы воспроизводиться как единица и таким образом конкурировать с одиночными особями и другими группами того же вида.

Может показаться, что по крайней мере теоретически уравновешивающие силы в эволюции эусоциальности можно свести к b — выгоде признака для индивидуальной приспособленности и c — ущербу от него — и тогда формула Гамильтона остается в силе. На практике, однако, такой подход предполагает скрупулезный учет совокупной приспособленности, включая измерение b и c. Это, в свою очередь, требует полевых и лабораторных исследований исключительной сложности. Ничего подобного не было выполнено (насколько мне известно, никто даже и не пытался). Кроме того, определение r (степени родства) чревато существенными математическими трудностями. Все это обнаруживает ложность расхожего утверждения, что групповой отбор — это просто родственный отбор, выраженный через совокупную приспособленность.

Большинство ученых, писавших на эту тему, в том числе Ричард Докинз — страстный апологет теории родственного отбора и автор множества научных бестселлеров, — оставались верны этой идее, у меня же где-то в начале 1990-х годов стали появляться первые сомнения. К тому времени теория совокупной приспособленности уже лет тридцать была главенствующей парадигмой теории генетической социальной эволюции. Мне показалось, что пришло время спросить, чего же она достигла в плане объяснения альтруизма и основанных на альтруизме обществ? Она стимулировала использование коэффициентов родственности: благодаря ей их подсчет стал рутинной социобиологической процедурой. Это очень полезно, однако научная ценность этих коэффициентов никак не связана с самой теорией. Ученые использовали ее для предсказания некоторых отклонений от ожидаемого соотношения полов у муравьев, и в целом результаты довольно убедительны, хотя по большей части приблизительны. (А вывод, который часто делают на их основе, неверен, как я покажу чуть позже.) Теория родственного отбора позволила предсказать влияние степени родства на доминантное поведение и «полицейское патрулирование». Выяснилось, что близкородственные рабочие пчелы и осы конфликтуют меньше, чем дальние родственники. Но и здесь вывод о том, что дело в степени родства, — далеко не единственное возможное истолкование имеющихся данных. Наконец, в одном исследовании теорию совокупной приспособленности использовали для предсказания того, что царицы примитивных общественных видов пчел должны спариваться только один раз. Однако в этом исследовании не были использованы в качестве контроля одиночные виды, поэтому какие-либо умозаключения преждевременны.

Иначе как скудными результаты столь долгого периода интенсивных теоретических изысканий назвать невозможно. Эмпирические же исследования общественных организмов, особенно насекомых, за тот же период времени, напротив, предоставили в наше распоряжение богатейшие данные о кастах, коммуникации, жизненных циклах и других явлениях; кроме того, были получены многочисленные примеры действия естественного отбора как на индивидуальном, так и на групповом уровне. Эти научные достижения практически ничем не обязаны теории совокупной приспособленности, почти полностью замкнувшейся в своем собственном абстрактном мирке.

Несостоятельность этой теории в большой мере проистекает из неточности определения r и, следовательно, самой концепции родства, в разных интерпретациях формулы Гамильтона. Сначала теоретики совокупной приспособленности определяли r как

родство по происхождению — то, насколько близко находятся члены группы на фамильном древе. Например, родные сестры — более близкие родственники, чем кузины. Это совершенно разумное заключение точно определяет среднюю долю общих генов у двух связанных общим происхождением индивидов. Однако вскоре стало ясно, что в большинстве как практических, так и теоретических случаев такое определение родства в формуле Гамильтона не работает. Соответственно, разные исследователи стали использовать разные другие определения, удовлетворяющие требованиям конкретной разрабатываемой ими модели. Были среди них и определения, уравнивающие модели, основанные на родственном отборе, с моделями многоуровневого естественного отбора. В некоторых случаях «родство» могло означать, что особи имеют один и тот же конкретный аллель. При этом было неважно, связано ли его наличие с общностью происхождения или нет, и не исключалось даже, что он возник в результате независимых мутаций.

Короче говоря, параметр r (изначально — степень родства) стал настолько многолик, что можно было с уверенностью сказать лишь одно: r — это то, что при конкретных условиях заставляет формулу Гамильтона функционировать. Таким образом, сама формула стала бессмысленной как теоретическая концепция и практически бесполезной как инструмент планирования экспериментов или анализа сравнительных данных. Оказалось, например, что в простой модели сотрудничества, основанного на метках, подсчет r предполагает использование тройных корреляций. Нужно случайным образом выбрать из группы трех особей и объявить одну из них «кооператором»; две другие должны при этом иметь какую-то фенотипическую метку, например морфологическую или поведенческую особенность («зеленую бороду», как часто называют такой произвольный признак). Многие биологи, прежде знакомые с теорией совокупной приспособленности только понаслышке, с удивлением поняли, что при реальном подсчете коэффициентов родства оказывается, что этот параметр не имеет под собой непротиворечивой концептуальной биологической основы.

На самом деле если призвать на помощь теорию естественного отбора и теорию игр, то многие из предложенных моделей хорошо объясняются гипотезой, что размножение прямо пропорционально окупаемости. Можно показать, что естественный отбор обычно в той или иной степени является многоуровневым — его последствия на уровне первичной мишени откликаются на всех уровнях биологической организации, от молекулы до популяции. Многие модели, основанные на естественном отборе и теории игр, нетрудно переформулировать в терминах родственного отбора, что неоднократно и было сделано. При этом, повторюсь, исследователей интересует не непосредственная приспособленность индивида, а последствия его действий для себя самого и членов группы, ранжированных по признаку родства с этим «действующим» индивидом.

У этой проблемы разнородных подсчетов есть одно простое решение. Есть общее утверждение о существовании динамического естественного отбора. Попробуем истолковать его в свете двух обсуждаемых теорий. Оказывается, что истолкование в свете обычного естественного отбора применимо всегда, а истолкование через родственный отбор, возможное в ограниченном числе ситуаций, можно распространить на все случаи, только если растянуть концепцию «родственности» до абсурда.

Более полный фундаментальный анализ показывает, что, если руководствоваться формулой Гамильтона, наличие сколь бы то ни было многочисленных кооперирующих особей в группе возможно лишь при строгом соблюдении крайне жестких условий. Кроме того, эта формула не описывает эволюционную динамику, в которой были бы определены условия для стационарного распределения в эволюции.

При оценке пределов действия родственного отбора в реальных популяциях нам не обойтись без концепции слабого отбора. Эволюционная игра конкурирующих генотипов включает отбор, который может быть связан с реакцией, обусловленной родством индивидов, а также с реакцией, основанной на любой другой наследственной разнице между особями. Иными словами, отбор может быть связан со всем, что происходит со всеми особями вида, и их реакциями на это на протяжении всей жизни. Два близкородственных

индивида могут испытывать некоторое действие родственного отбора (если он действительно существует), но затем близость между ними ослабляет межиндивидуальную изменчивость в остальной части генома, «размазывает» силу отбора по изменчивости, которая все-таки существует, и таким образом сокращает объем возможной динамической эволюции. При некоторых допущениях и в случае слабого отбора совокупная приспособленность и многоуровневый отбор идентичны. Однако, как только мы перестаем иметь дело со слабым отбором, дальнейшее обобщение идеи родственного отбора становится невозможным, она становится слишком абстрактной и теряет всякий смысл. Учитывая все это, имеет смысл задаться следующим вопросом. Есть теория, описывающая все в целом (многоуровневый отбор), и теория, описывающая лишь некоторые частности (родственный отбор); в тех немногих случаях, когда вторая теория работает, она согласуется с первой. Тогда не проще ли во всех случаях иметь дело с многоуровневым отбором?

Что еще хуже, слепая вера в центральную роль родства в общественной эволюции перевернула с ног на голову традиционную последовательность биологического исследования. В эволюционной биологии, как и в науке вообще, есть опробованное золотое правило — сначала сформулируй проблему, вытекающую из полученных эмпирическим путем фактов, а потом выбери или придумай гипотезу, которая бы ее объясняла. Практически все разработки теории совокупной приспособленности шли от обратного: взяв за ориентир ключевую роль родства и родственного отбора, исследователи занимались поисками материала, позволяющего проверить эту гипотезу.

Главный недостаток такого подхода — игнорирование многочисленных конкурирующих гипотез. Если не спешить объяснять все совокупной приспособленностью, а спокойно рассмотреть биологические подробности каждого случая, альтернативные гипотезы напрашиваются сами собой. Даже самые тщательно проанализированные случаи, которые разные авторы преподносят как доказательства родственного отбора, можно по меньшей мере столь же обоснованно интерпретировать в рамках классической теории естественного отбора, предполагающей индивидуальный отбор, групповой отбор или же их сочетание. Я допускаю, что родственный отбор существует, но нет ни одного случая, который бы убедительно и недвусмысленно указывал на то, что он является движущей силой эволюции.

Бактериальные биопленки и клеточные скопления у слизевиков — хороший пример того, как важно рассматривать разные гипотезы. Многие организмы в составе этих образований занимают такое положение, что не могут или почти не могут размножаться сами, но вся группа при этом выигрывает. Приверженцы теории совокупной приспособленности предполагают, что движущая сила такого альтруизма — родственный отбор. Однако стоит допустить возможность группового отбора, подавляющего «эгоистический» индивидуальный отбор, как становится понятным, что эта гипотеза предлагает нам более простое и глубокое объяснение.

С подобным же взаимодействием сил многоуровневого отбора мы сталкиваемся и при рассмотрении того, сколько раз спариваются общественные муравьи, пчелы и осы. Одна группа исследователей-теоретиков показала, что у видов с относительно примитивной общественной организацией самка спаривается только с одним самцом и, следовательно, производит близкородственное потомство. Авторы считают эти данные подтверждением теории родственного отбора. При этом они не приводят сравнимых данных по родственным одиночным видам. Следовательно, заключение, что однократное спаривание способствует возникновению общественного поведения, сделано без использования контрольных данных. Вполне возможно, что самки таких одиночных видов тоже спариваются с одним самцом, и причины этого никак не связаны с родственным отбором, а связаны, например, с тем, что если самка надолго покидает гнездо для спаривания, оставшаяся в гнезде молодь более уязвима для хищников. Еще один пример: сторонники теории совокупной приспособленности показывают, что царицы многих видов перепончатокрылых со сложной колониальной организацией спариваются с несколькими самцами, и заключают, что это

указывает на ослабление родственного отбора на более поздних стадиях эволюции. При этом они не замечают один факт, вытекающий из их собственных данных, — а именно что спаривание со многими самцами встречается практически исключительно у видов с большим количеством рабочих особей. Более вероятно, что в данном случае движущей силой является групповой отбор, благоприятствующий, например, запасанию спермы или повышению устойчивости к болезням в больших гнездах или и тому и другому.

Если мы продолжим внимательный анализ случаев, которые обычно считаются подтверждением теории совокупной приспособленности, в свете теории обычного естественного отбора, то появится и второй класс объяснений происхождения сложного общественного поведения. Эти объяснения связаны с рассогласованностью членов группы как фактором физиологической и поведенческой эволюции. Чем менее близкородственны члены группы, тем меньше вероятность, что они смогут одинаково реагировать на одни и те же сигналы окружающей среды, согласованно действовать и вообще эффективно взаимодействовать между собой. Генетически разнообразная группа, скорее всего, окажется менее гармоничной и, следовательно, будет уничтожена групповым отбором. Тот же принцип применим к таким экстремальным случаям, как раковые клетки в организме и механизмы генетической изоляции, позволяющие виду поделиться на два или несколько дочерних. Далее: в бактериальных сообществах взаимодействие индивидуального и группового отбора можно рассматривать как подавление рассогласованности. Успешно сотрудничающие бактерии — пластические варианты одного и того же генотипа, а образование колонии — результат группового отбора, который работает на подавление мутантных фенотипов. Такое истолкование — вполне возможная альтернатива интерпретации, предлагаемой в рамках теории совокупной приспособленности.

Этот же аргумент можно использовать при обсуждении роли питания в контроле над возникновением цариц у медоносных пчел. Рабочие пчелы кормят личинок специальным маточным молочком, благодаря которому те вырастают в цариц. У многих других общественных насекомых питание также играет роль в контроле над размножением рабочих особей. Эти явления в свое время успешно истолковывали в терминах родственного отбора и совокупной приспособленности. Однако по меньшей мере столь же правдоподобно, что они объясняются групповым отбором, действующем в сторону снижения рассогласованности.

Убедительным аргументом в пользу теории совокупной приспособленности долгое время считалось объяснение того, как и почему колонии муравьев регулируют количество пищи, которая идет на продукцию неплодных маток и репродуктивных самцов. Это аргумент, впервые использованный в 1976 году Робертом Триверсом и Хоупом Хэйром, был впоследствии подробно протестирован на разных видах муравьев. Если царица спаривается с одним самцом, то теоретически она должна «желать», чтобы в ее потомстве было столько же первых, сколько и вторых, так как она одинаково близкородственна со своими дочерьми и сыновьями. Рабочие же особи должны с точки зрения теории совокупной приспособленности «желать» большего количества неплодных маток. Это их сестры, и в связи с гаплодиплоидным методом определения пола у них ¾ общих по происхождению генов, в то время как с «братьями»-самцами у рабочих только ¼ общих генов. Таким образом, говорят нам сторонники теории совокупной приспособленности, между царицей и ее дочерьми существует конфликт по поводу соотношения полов среди новых репродуктивных особей. Действительно, во многих исследованиях было показано, что будущих репродуктивных самок образуется больше, чем репродуктивных самцов. Таким образом, кажется, что рабочие «победили» и теория совокупной приспособленности торжествует.

Описание распределения полов среди будущих репродуктивных особей муравьев в свете теории совокупной приспособленности — одна из самых тонких и хорошо документированных теоретических разработок эволюционной биологии. Она основана на двух исходных допущениях: во-первых, родство по происхождению — первичный фактор, детерминирующий соотношение полов, и во-вторых, как следствие первого допущения, группы с разной степенью родства в пределах колонии находятся в конфликте. Что, если

одно из этих предположений (или даже оба) неверно? Если же мы отвлечемся от родственного отбора, то увидим, что старая добрая теория естественного отбора предлагает вполне простое и исчерпывающее объяснение. Цель колонии в целом — обеспечить присутствие в следующем поколении как можно большего числа родителей. Обычно у муравьев самцы меньше и легче будущих репродуктивных самок. Эта разница, которая иногда очень бросается в глаза, связана с тем, что будущие основательницы новых колоний должны иметь большие жировые запасы. Соответственно, с энергетической точки зрения производство самцов обходится дешевле. Если бы соотношение энергетических вложений составляло 1:1, число репродуктивных самцов значительно превышало бы число репродуктивных самок. Однако, поскольку обычно молодые репродуктивные особи имеют лишь один шанс спариться, в среднем избыток самцов был бы для колонии лишней тратой энергетических ресурсов. Это было бы не так только в том случае, если бы колония обладала информацией о колебаниях уровня производства самцов и самок других колоний или если бы смертность самцов в брачных полетах была выше, чем смертность самок. В результате перенаправление энергетических вложений в сторону большего количества самок оказывается в интересах как царицы, так и ее дочерей-рабочих. Это объяснение — свободное от допущений родственного отбора, но дополненное отбором на уровне колонии — лучше соответствует имеющимся данным, чем объяснение, основанное на теории совокупной приспособленности. У видов с многочисленными царицами, а также в рабовладельческих колониях будущим царицам обычно не нужны большие жировые запасы. Резонно предположить, что идеальное соотношение полов у таких видов должно быть ближе к 1:1, что и наблюдается в природе. Дальнейшие колебания соотношения полов, очевидно, отражают давление отбора при конкретных условиях окружающей среды. Например, они могут быть связаны с тем, отправляются ли самки и самцы в брачный полет или остаются дома вплоть до спаривания.

Столь же скрупулезный экспериментальный анализ, проведенный на совершенно ином материале, показал, что у пауков *Stegodyphus lineatus* (семейство *Eresidae*), которые периодически ведут субсоциальный образ жизни, группы близкородственных молодых паучков извлекают больше питательных веществ из общей добычи, чем паучки от разных родителей, сведенные в одну группу экспериментаторами. Исследователи предполагают, что молодые пауки менее охотно выпускают пищеварительные ферменты, чтобы избежать эксплуатации со стороны чужаков, — и принимают гипотезу родственного отбора. Тем не менее простые подсчеты показывают, что такое поведение снизит среднюю «окупаемость» энергетических затрат для всех участников, включая тех, кто не хочет делиться ферментами. Менее эффективное питание в смешанных группах гораздо лучше объясняется низкой согласованностью действий неродственных пауков или даже явным конфликтом между ними.

Третье явление, которое якобы приводит к родственному альтруизму, но гораздо проще и реалистичнее объясняется индивидуальным отбором, — это ожидание наследства. У небольшого числа птиц и млекопитающих потомки остаются в родном гнезде и помогают заботиться о следующих выводках. Таким образом они откладывают собственное размножение, способствуя размножению родителей. Сторонники совокупной приспособленности рассматривают это явление как проявление родственного отбора, подкрепляя свою аргументацию демонстрацией положительной корреляции между близостью родства и объемом помощи, которую оказывают родителям оставшиеся в гнезде дети. Однако авторы опубликованных ранее более доскональных исследований, охватывавших широкий спектр данных по биологическим циклам, пришли к другому выводу. Согласно им, это явление объясняется многоуровневым отбором с сильным уклоном в сторону отбора индивидуального. Существуют определенные условия, никакие связанные с родственным отбором, при которых молодым взрослым особям выгодно оставаться в родном гнезде. К таким условиям относятся необычно низкая доступность мест гнездования или гнездовой территории, или и того и другого, или, напротив, низкая смертность взрослых

особей или относительно неизменные условия среды. После длительного пребывания с родителями молодые особи после их смерти наследуют гнездо или территорию. Упомянутая положительная корреляция между степенью родства и объемом помощи основана на небольшом количестве данных и может быть объяснена обычной у некоторых видов «плавающей стратегией» — помощники переходят от гнезда к гнезду, помогая понемногу в каждом. Чем больше они «плавают», тем меньше среднее родство и меньше объем помощи в каждом гнезде.

Мне довелось лично наблюдать это явление у кокардового дятла *(Picoides borealis*) в Западной Флориде. Я обсуждал поведение этих птиц с орнитологами, изучавшими их биологические циклы при помощи мечения и последующей идентификации конкретных особей в дикой природе. Мне рассказали, что кокардовый дятел — единственный дятел, строящий гнезда в стволах живых деревьев. Молодому самцу нужно не меньше года, чтобы выдолбить гнездо, при этом дерево должно находиться вне территорий, уже закрепленных за другими семьями дятлов. До тех пор и дочерям, и сыновьям выгодно оставаться в родном гнезде. Более того, за время ожидания один или оба родителя могут погибнуть, и тогда гнездо перейдет в распоряжение детей. А родителям выгодно терпеть присутствие взрослых детей, только если они помогают по гнезду.

Основная линия рассуждений теории совокупной приспособленности выглядит следующим образом. Предполагается, что родственный отбор не только существует, но и неизбежен во многих биологических системах. Когда он происходит, он подчиняется формуле Гамильтона, которая по крайней мере в простейшем случае предсказывает, повысится ли частота генов альтруизма в популяции в целом или нет. Если приложить формулу Гамильтона ко всем членам группы, она дает нам совокупную приспособленность всей группы, которая, если мы ее знаем, позволит нам предсказать, эволюционируют ли популяции, состоящие из таких групп, в сторону основанной на альтруизме общественной организации.

При ближайшем рассмотрении ни одно из этих допущений не выдерживает критики. Биологи-практики, измерявшие степень генетического родства и оперировавшие терминами совокупной приспособленности, думали, что их рассуждения основаны на прочной теории. Однако это не так. Совокупная приспособленность — специализированный математический параметр, осложненный огромным количеством ограничений и малопригодный для практического использования. Вопреки распространенному мнению, совокупная приспособленность не является общей эволюционной теорией и не характеризует ни эволюционную динамику, ни распределение частот генов.

Те крайние случаи, когда теория совокупной приспособленности, возможно, применима, требуют соблюдения таких биологических условий, которые с очевидностью не встречаются в природе. Оказывается, что система должна приближаться к математическому порогу «слабого отбора», когда приспособленность всех членов группы примерно одинакова и альтернативные варианты реакции встречаются с примерно одинаковой частотой. Более того, взаимодействия между членами колонии должны быть аддитивными и попарными. На самом деле этому условию не соответствуют никакие известные сообщества, за исключением брачных пар. Другие типы взаимодействий обычно являются синергичными, и степень этой синергичности варьирует вместе с постоянно меняющимися условиями в колонии. Наконец, теорию совокупной приспособленности можно использовать только в статичных сообществах, где интенсивность взаимодействия не может варьировать от контакта к контакту; кроме того, в них должно присутствовать глобальное обновление от цикла к циклу.

Я не напрасно заострил внимание на теоретическом аспекте проблемы. Дело в том, что многие считают интуитивные выводы из теории совокупной приспособленности в общем и целом правильными. Беда в том, что это безосновательно. На самом деле в отсутствие четких моделей (таких, какие обычно используются в полевых и лабораторных исследованиях) аргументы этой теории вводят в заблуждение. Как далеко она может завести, хорошо видно

на следующих примерах: математические выкладки говорят о том, что коэффициенты родства в двух конкретных системах одинаковы, однако на практике в одной из них есть сотрудничество, а в другой — нет. И наоборот: коэффициенты родственности в двух популяциях сильно разнятся, но развития сотрудничества не наблюдается ни в одной из них.

Есть еще одно распространенное заблуждение: якобы в моделях, основанных на теории совокупной приспособленности, используются более простые подсчеты, чем в стандартных моделях естественного отбора. Это не так. В тех редких случаях, когда совокупную приспособленность можно использовать в абстрактных моделях, она ничем не отличается от обычного естественного отбора и моделирование предполагает измерение тех же параметров.

Итак, следует признать, что эта парадигма общественной эволюции с почтенной сорокалетней историей себя не оправдала. Цепь рассуждений, ведущая от родственного отбора как процесса к формуле Гамильтона как условию сотрудничества и далее к совокупной приспособленности как эволюционному статусу членов колонии, не работает. Родственный отбор, если он вообще существует в животном мире, — это разновидность «слабого отбора», имеющая место лишь при некоторых особых условиях. Как объект общей теории совокупная приспособленность — фантомная математическая конструкция, не позволяющая отразить реальный биологический смысл. Невозможно проследить с ее помощью и эволюционную динамику генетического базиса общественных систем.

Истоки провала теории совокупной приспособленности лежат в заблуждении, что одну-единственную абстрактную формулу (в данном случае неравенство Гамильтона) можно бесконечно интерпретировать для все более детального объяснения общественной эволюции. Как математическая логика, так и эмпирические данные убедительно показывают ошибочность такого подхода. Так что же тогда поможет нам понять общественное поведение во всей его многогранной сложности?

19. Зарождение новой теории эусоциальности

Правильная реконструкция эволюционных истоков сложной биологической системы возможна только в том случае, если она рассматривается как кульминация многостадийного процесса, каждую стадию которого необходимо проследить от начала до конца. Приступая к реконструкции, следует взять за основу биологические явления, наличие которых подтверждено эмпирическими фактами (если такие явления известны), а затем подумать, какие еще явления теоретически могли бы возникнуть. Каждый переход от стадии к стадии требует построения особых моделей и должен рассматриваться в собственном причинно-следственном контексте. Только так можно докопаться до глубинного смысла эволюции сложных форм общественного поведения и самой человеческой природы.

Первая возможная стадия происхождения общественного образа жизни с альтруистическим (на первый взгляд) разделением труда — это образование групп в пределах популяции свободно скрещивающихся одиночных особей. Теоретически пути образования таких групп в природе разнообразны. Они могут возникать, когда гнездовая территория или источники пищи имеют локальное распределение, когда потомство остается с родителями, когда колонны мигрирующих особей многократно ветвятся, перед тем как обосноваться на одном месте, когда стаи следуют за вожаками к известным местам кормежки. Нельзя исключать и того, что особи соберутся вместе случайно, например привлеченные одним и тем же фактором.

Пути образования групп, скорее всего, принципиальным образом влияют на вероятность того, что эволюция пойдет в сторону общественного образа жизни. Важнейший путь — сплочение группы и продление ее существования во времени. Например, как я уже подчеркивал, все известные эволюционные линии, в которых сохранились примитивные общественные виды (осы, пчелы подсемейств *Halictine* и *Xylocopinae* , раки-щелкуны, термиты подсемейства *Thermopsidae* , колониальные тли и трипсы, жуки-плоскоходы и

голые землекопы) имеют колонии, которые строят гнезда, живут в них и обороняют их. Изредка в создании этих маленьких крепостей могут принимать участие неродственные особи. Например, неродственные колонии термита *Zootermopsis angusticollis* объединяются вместе, образуя «сверхколонию» с одной царской парой за счет повторяющихся битв. В большинстве случаев, однако, начало колонии дает одна оплодотворенная самка (у разных перепончатокрылых) или две спарившиеся особи (у термитов). Поэтому в большинстве случаев рост колонии происходит за счет потомства — не способных к размножению рабочих. У очень немногих из простейших общественных видов быстрый рост колонии может происходить за счет принятия в свои ряды чужих рабочих особей или сотрудничества неродственных цариц-основательниц.

Образование семейных группировок может ускорить распространение «эусоциальных» аллелей, но само по себе не ведет к появлению сложных форм общественного поведения. Причинный фактор сложных форм общественного поведения — преимущества обороняемого гнезда, тем более ценного, если на его постройку ушло много сил и если рядом есть постоянный источник пищи. Поэтому в случае насекомых тесное генетическое родство при образовании примитивной колонии — следствие, а не причина эусоциального поведения.

Вторая стадия — случайное накопление других признаков, повышающих вероятность перехода к общественному образу жизни.

Важнейшие из них связаны с заботой о потомстве в гнезде — постепенное провиантирование, чистка выводковых камер, их охрана или же сочетание этих трех способов. Эти преадаптации, как и обороняемое гнездо на предыдущей стадии, появляются за счет индивидуального отбора, который вовсе не предвосхищает их дальнейшую роль в происхождении эусоциальности (о предвосхищении не идет и речи, так как эволюция путем естественного отбора не способна предсказывать будущее). Преадаптации — продукт адаптивной радиации, при котором вид может разделиться на два или несколько видов, занимающих разные экологические ниши. В зависимости от них некоторые виды приобретут более мощные преадаптации, чем другие. Например, виды, оказавшиеся в местообитаниях, где мало хищников, не имеют насущной необходимости постоянно защищать потомство и, скорее всего, не будут эволюционировать в сторону эусоциальности или даже «откатятся» назад к одиночному образу жизни. Другие виды, оказавшиеся в местообитаниях, где опасные хищники подстерегают их на каждом шагу, подойдут вплотную к порогу эусоциальности и окажутся готовы переступить его. На этой стадии эволюция видов описывается в терминах адаптивной радиации и хорошо документирована в многочисленных исследованиях, не связанных с эусоциальностью.

Третий шаг в эволюции сложного общественного поведения — возникновение аллелей эусоциальности за счет мутации или иммиграции мутантных особей извне. Преадаптированным перепончатокрылым (пчелам и осам) вообще достаточно одной точечной мутации. Более того, она даже не должна предписывать возникновение нового поведения, а просто должна заглушать старое. Для перехода к эусоциальности достаточно, чтобы самка и ее взрослое потомство перестали расселяться, давая начало новым, индивидуальным гнездам. Они должны оставаться в старом гнезде. На этой стадии, если давление отбора при конкретных условиях окружающей среды достаточно сильно, в игру вступают приобретенные ранее преадаптации и члены группы начинают взаимодействовать как общественная колония.

Гены эусоциальности пока не выявлены, однако уже найдены по меньшей мере два гена (или небольших ансамбля генов), которые вызывают существенные изменения общественных признаков за счет «выключения» каких-то других генов. Эти примеры, сулящие прорывы как в теоретической биологии, так и в генетическом анализе, подводят нас к четвертой стадии эволюции эусоциальности у животных. Как только родители и подчиненные потомки остаются в гнезде (как, например, у примитивных общественных семейств пчел и ос), начинается групповой отбор. Он действует исключительно на вновь

возникающие признаки, связанные со взаимодействием членов колонии. Вероятно, они «научатся» оповещать друг друга об опасности за счет звуковых или химических сигналов тревоги, различать по запаху «своих» и «чужих» и приводить «своих» к найденному источнику пищи. По крайней мере на продвинутых стадиях возникнут также анатомические и поведенческие отличия между размножающейся «элитой» и кастой рабочей «прислуги».

Анализ признаков, подверженных действию группового отбора, открывает новые перспективы теоретических разработок. Придется переосмыслить некоторые давно известные явления, в том числе тот факт, что разница между размножающимися родителями и неразмножающимся потомством не закреплена генетически. Как показывают исследования примитивных общественных видов, разные касты — это альтернативные фенотипы одного и того же генотипа. Иными словами, царица и рабочие имеют одни и те же гены, отвечающие за касты и разделение труда, хотя многие другие гены у них очень сильно варьируют. Это говорит о том, что колония — индивидуальный организм, а точнее, индивидуальный сверхорганизм. Более того, признаки, связанные с общественным поведением, наследуются от царицы к царице, а свита прислужников у каждой из них — не более чем свита. Групповой отбор действует и на этом этапе, но только на признаки царицы и «проекции» ее генома за пределы ее тела. Помимо того, что такой подход открывает нам новые горизонты теории, он также ставит множество вопросов, для решения которых требуются исследования в новых направлениях.

Четвертая стадия — идентификация движущих сил группового отбора в окружающей среде. Такие исследования логично было бы проводить объединенными усилиями популяционной генетики и поведенческой экологии. Научно-исследовательские программы в этой области только-только начинаются, что отчасти связано с недостаточной изученностью факторов окружающей среды, обусловливающих эволюцию ранних стадий эусоциальности. Особенности биологии примитивных общественных животных, особенно организация и активная оборона их гнезд, наводят на мысль, что ключевым элементом в возникновении эусоциальности является защита от врагов в широком смысле слова — хищников, паразитов, колоний-конкурентов. Однако эта гипотеза, как и возможные альтернативные гипотезы, пока что была протестирована лишь в единичных полевых и лабораторных исследованиях.

На пятой, заключительной стадии групповой отбор (отбор между колониями) действует на жизненные циклы и кастовую систему более развитых эусоциальных видов. В результате во многих эволюционных линиях появляются высокоспециализированные и крайне сложные общественные системы. В этом отношении насекомые превзошли людей. Самые сложные из таких систем мы находим у медоносных пчел, безжальных пчел-мелипон, муравьев-листорезов, муравьев-портных, муравьев-кочевников и некоторых термитов.

Итак, если вкратце, то новая теория эволюции общественного образа жизни предполагает последовательное прохождение популяциями (видами) нескольких последовательных стадий, которые нужно будет проверить в эксперименте. На данный момент можно выделить следующие стадии:

1. Образование групп.

2. Появление минимального необходимого сочетания преадаптаций, приводящих к сплочению группы. По крайней мере у животных, это сочетание предполагает возникновение ценного обороняемого гнезда. Зависимость от гнезда предопределяет вероятность того, что примитивные общественные группы образуют семью.

В случае насекомых и других беспозвоночных семья представлена родителями и их потомством, а в случае позвоночных речь идет о расширенных семьях.

3. Появление мутаций, предписывающих стабильность группы. Вероятный механизм — отключение поведения, связанного с расселением. Ключевой элемент поддержки достаточной частоты этих мутаций — постоянное гнездо. При наличии мощных преадаптаций — «общественных» признаков, случайно появившихся на более ранних стадиях, переход к примитивному общественному образу жизни может произойти

моментально.

4. У насекомых признаки, связанные с появлением касты рабочих или взаимодействием членов группы, эволюционируют под действием окружающей среды за счет группового отбора.

5. Групповой отбор вызывает изменения биологического цикла и общественных структур колонии, нередко приводя к образованию причудливых, аномально сложных сверхорганизмов.

Однако последние две стадии встречаются только у насекомых и других беспозвоночных. А как же тогда появился наш собственный, уникальный, основанный на культуре общественный образ жизни? Какую печать наложило на человеческую природу сочетание генетического и культурного процессов? Иными словами, кто *мы* ?

V. Кто мы такие?

20. Что собой представляет человеческая природа?

Вряд ли кто-то будет спорить с тем, что четкое определение человеческой природы — ключ к пониманию того, кто мы такие. Беда в том, что сформулировать это определение неимоверно сложно. С проявлениями человеческой природы мы постоянно сталкиваемся в повседневной жизни. Она находит интуитивное выражение в искусстве, на ней зиждутся общественные науки. Тем не менее ее истинная суть ускользает от нас. Не исключено, что эта неизбывная двойственность имеет под собой эмоциональную основу (это было бы очень по-человечески!). Если бы вдруг нам удалось, сдернув покров, обнажить истинную суть человека, что открылось бы нашему взору? По душе ли пришлось бы нам это зрелище? А еще лучше спросить: действительно ли мы хотим это знать?

Думаю, что большинство людей, включая многих ученых, предпочли бы остаться в неведении, по крайней мере отчасти. Человеческая природа — чудище, встречи с которым избегают все, кто вступает в зловонные дебри общественных дебатов. Ее восприятие искажают личностные особенности, эгоизм и расчет. Экономисты неплохо научились обходить этого монстра стороной, а вот философы, которым хватало храбрости пускаться на его поиски, как правило, сбивались с пути. Теологи обычно умывают руки, отделываясь объяснением, что наша природа от Бога или от дьявола. Политические идеологи, от анархистов до фашистов, всегда подгоняли определение человеческой природы под собственные шкурные интересы.

В XX веке большинство ученых, занимавшихся социальной тематикой, отрицали само существование человеческой природы. Игнорируя растущее давление контраргументов, они слепо придерживались догмы, что все общественное поведение — следствие научения, а вся культура — результат передачи исторической традиции из поколения в поколение. Религиозные авторитеты, напротив, склонны считать, что человеческая природа — имманентное свойство, которым соизволил наделить нас Господь, а ее истолкование — удел немногих избранных, которым Он открыл свои помыслы. Как разъяснял верующим римский папа Павел VI в своей энциклике *Humanae Vitae* [20] (1968): «Человек может достичь того истинного счастья, которого он жаждет всей силой духа своего, только следуя законам, которые Всевышний запечатлел в самой его природе. Эти законы следует соблюдать с мудростью и любовью». В частности, он говорит, что божественные законы человеческой природы запрещают использование любых искусственных средств контрацепции.

Я считаю, что многочисленные данные, стекающиеся из разных областей точных,

---

[20] Первые слова этой энциклики — *Humanae vitae tradendae munus gravissimum…* (лат.) — обычно переводятся на русский как «Важнейший дар передачи человеческой жизни…»

естественных и гуманитарных наук, позволяют нам дать четкое определение человеческой природы. Но прежде, чем я его сформулирую, позвольте мне сначала объяснить, чем она не является. Человеческая природа — не то же самое, что ее генетическая основа. Гены лишь предписывают правила развития того, под действием чего она появляется, — мозга, органов чувств и поведенческих механизмов. Сложив вместе описанные антропологами универсальные особенности всех культур, мы тоже не получим искомое. Для интереса приведу 67 общественных институтов и вариантов поведения, которые встречаются во всех изученных человеческих обществах. Этот список был составлен в классическом исследовании Джорджа Мердока (1945). Вот он в алфавитном порядке:

> Акушерство, атлетика, брак, возрастные группы, возрастные посвятительные обряды, гадание, гигиена, гостеприимство, декоративное искусство, демографическая политика, жесты, жилища, законы, запрет инцеста, игры, исцеление верой, календарь, контроль за погодой, космология, личные имена, магия, медицина, номенклатура степеней родства, образование, обучение личной гигиене, общинная организация, орудия труда, пищевые запреты, подарки, похоронные обряды, права собственности, правила для беременных, правила наследования, правила общежития, правительство, представления о душе, приветствия, приготовление пищи, прически, разведение огня, разграничение статуса, разделение труда, религиозные церемонии, родственные группы, сексуальные ограничения, семейные праздники, совместный труд, танец, ткачество, толкование сновидений, торговля, уголовные санкции, украшения, умилостивление сверхъестественных существ, ухаживание, уход за новорожденными, фольклор, хирургия, хождение в гости, хорошие приметы, часы принятия пищи, шутки, эсхатология, этика, этикет, этноботаника, язык.

Было бы заманчиво предположить, что этот список не только исчерпывающе описывает особенности, делающие человека человеком, но и представляет собой неизбежный результат эволюции любого разумного вида, владеющего сложным языком, в какой бы солнечной системе он ни возник и какими бы наследственными предрасположенностями ни обладал. Однако это почти наверняка не так. Нетрудно представить иные миры, где крупные наземные животные обладали бы иными сочетаниями культурных признаков.

Было бы поспешным ожидать, что каждая из этих общечеловеческих особенностей обусловлена генетически. Как бы то ни было, с моей точки зрения, их стоит рассматривать как предсказуемые проявления чего-то более глубинного.

Итак, получается, что гены гораздо ближе к молекулярной основе, чем к человеческой природе, а культурные универсалии вообще удалились от нее, поэтому естественно предположить, что наследуемую человеческую природу нужно искать посередине — в правилах развития, возникающих под диктовку генов и, в свою очередь, диктующих общечеловеческие особенности культуры.

Человеческая природа — это совокупность наследуемых закономерностей ментального развития, общих для нашего вида. Они представлены «эпигенетическими правилами», возникавшими в результате переплетения генетической и культурной эволюции на протяжении долгого периода человеческой предыстории. Эпигенетические правила — это генетически обусловленные предрасположенности к определенному восприятию мира нашими органами чувств, символические коды, при помощи которых мы представляем себе мир, варианты действий, которые мы автоматически рассматриваем как возможные, решения, которые даются нам легче всего и приносят наибольшее внутреннее удовлетворение. Например, эпигенетические правила обусловливают наше восприятие и лингвистическую классификацию цвета. Как именно это происходит, ученые уже начинают понимать не только на физиологическом, но иногда и на генетическом уровне. Мы руководствуемся эпигенетическими правилами при эстетической оценке художественных форм, выделяя элементарные абстрактные фигуры и степени сложности. С ними связаны

наши представления о сексуальной привлекательности. Они лежат в основе самых разнообразных поведенческих и мыслительных особенностей — избирательного приобретения страхов и фобий (таких, как боязнь змей или страх высоты), интерпретации определенных видов мимики и жестов, привязанности к детям, образования тесных брачных связей и так далее. Большинство эпигенетических правил, очевидно, очень древние — они восходят к нашим древнейшим млекопитающим предкам, жившим миллионы лет назад. Другие, например стадии овладения языком, относительно молоды, им всего лишь сотни тысяч лет. Известно по меньшей мере одно совсем юное, не старше нескольких тысяч лет, эпигенетическое правило — переносимость лактозы во взрослом возрасте, открывшее путь к «молочной» культуре некоторых народов.

Приставка *эпи-* [21] в слове «эпигенетический» указывает на отсутствие жесткой генетической обусловленности правил физиологического развития. В принципе, они, в отличие от автономной работы сердца и мышц легких, доступны сознательному контролю. Эпигенетические правила менее строги, нежели безусловные рефлексы, такие как моргание или коленный рефлекс. Возьмем сложнейший из всех рефлексов — реакцию вздрагивания. Если подкрасться к человеку сзади и внезапно издать громкий звук, например крикнуть или стукнуть одним предметом по другому, он за долю секунды, опережая реакцию лобного отдела коры головного мозга, расслабится, закроет глаза, откроет рот, наклонит голову вперед и слегка согнет колени. Такой ответ, моментально и бессознательно подготавливающий человека к столкновению или удару сзади, может оказаться спасительным как в дикой природе, так и в условиях современного города. Реакция вздрагивания жестко предписана генами, но не является частью загадки человеческой природы. Это — типичный рефлекс, не предполагающий участия сознания.

Варианты поведения, диктуемые эпигенетическими правилами, не столь жестко обусловлены, как рефлексы. А вот сами правила обусловлены жестко, а значит, именно они и представляют собой истинную суть человеческой природы. Поведенческим вариантам нужно учиться, но научение это не простое, а «подготовленное». Этот термин означает, что существует внутренняя предрасположенность к выбору определенного варианта поведения, научиться которому легко. Он воспринимается как естественный, а альтернативные варианты — как противные природе. Например, дети быстро учатся избегать змей, и этот страх нередко перерастает в фобию, в то время как другие рептилии, скажем, черепахи и ящерицы, подобного инстинктивного отвращения не вызывают. Мы склонны любоваться красотой парка, пересеченного сетью ручейков, а созерцание темной чащи леса не доставляет нам особого удовольствия. Такие реакции, хотя даже их нужно усваивать, кажутся само собой разумеющимися — в этом-то все и дело.

Каким образом возникли в эволюции эпигенетические правила? Я глубоко задумался над этим вопросом в 1970-х годах, когда в обществе кипели споры на тему «наследственность или окружающая среда» и «гены или культура», имевшие политический подтекст. С моей точки зрения, вопрос стоял о том, как генная эволюция влияет на эволюцию культуры. Выяснилось, что это взаимодействие представляет собой увлекательнейшую теоретическую задачу, интерес к которой напрямую связан со степенью ее сложности.

В 1979 году я пригласил Чарльза Ламсдена, молодого талантливого физика-теоретика, присоединиться ко мне в работе над этой задачей. Вскоре мы поняли, что для того, чтобы размотать клубок, нужно рассматривать не одну, а две нерешенные проблемы. Первая из них — выявление инстинктивной, а значит, не относящейся к культуре, основы человеческой природы. Вторая, еще более зубодробительная проблема — выявление причинной связи между эволюцией генов и эволюцией культуры. Взаимодействие между этими двумя типами

---

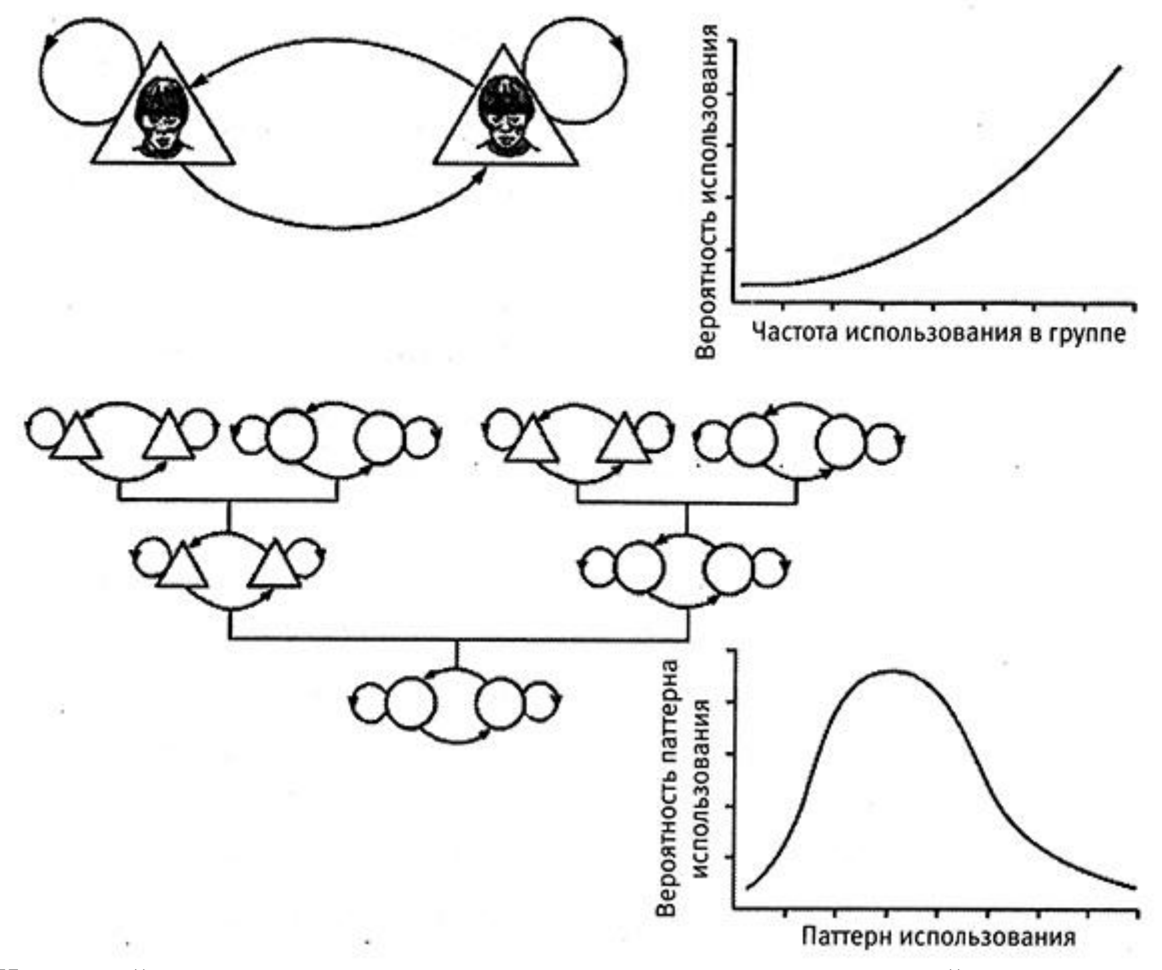
[21] «Эпи» как начальная часть сложного слова вносит значения расположения поверх, выше, над чем-либо или возле чего-либо или следования за чем-либо или после чего-либо.

эволюции мы стали называть «генно-культурной коэволюцией». К тому моменту уже было очевидно, что наследственность во многом влияет на общественное поведение человека, и это влияние проявляется как на общечеловеческом уровне, так и на уровне разницы между членами одной популяции. Также было понятно, что исконные свойства человеческой природы, скорее всего, возникли как адаптации. Кроме того, мы также пришли к выводу, что ключ к разгадке — предрасположенность (и ее отсутствие) к освоению людьми разных аспектов культуры. В течение следующих двух лет мы с Ламсденом разработали и представили первую теорию геннокультурной коэволюции.

Другие исследователи подхватили это понятие, но делали основной упор на эволюцию культуры. Генетическую эволюцию они рассматривали в основном как силу, которая заложила в людях способность к культуре, или как силу, идущую параллельным, но более или менее независимым путем. Они фактически не обращали внимания на взаимодействия, эпигенетические правила и генетические компоненты, за счет которых происходит коэволюция.

Столь односторонний подход странен, учитывая, что уже в 1970–1980-х годах существовало много данных о генетических особенностях, обычно считающихся частью «человеческой природы», но оказывающих существенное влияние на некоторые аспекты культурной эволюции. Возможно, эта односторонность была проявлением излишней предосторожности, реверансом в сторону теории «чистой доски», которая отрицала само существование человеческого инстинкта. В 1970–1980-х годах общее мнение склонялось к тому, что можно было бы назвать гипотезой «прометеева гена». Ее сторонники признавали, что генетическая эволюция породила культуру, но только в том смысле, что она породила способность к культуре. Ученые-общественники в то время, за некоторыми выдающимися исключениями, принимали как теорию «чистой доски», так и теорию «прометеева гена», — это позволяло им блюсти автономию общественных и гуманитарных наук. Не способствовала исправлению кособокого подхода к общественной эволюции и вторая ключевая гипотеза того времени — гипотеза психического единства человечества. Ее приверженцы утверждали, что культура возникла так быстро, что генетической эволюцией на этом отрезке времени можно пренебречь. Максимум, что они допускали, — это возникновение все того же «прометеева гена», поставившего человечество особняком в животном царстве.

Рис. 20–1. Динамика генно-культурной коэволюции. Стадии, ведущие от индивидуального принятия решений к появлению разнообразия среди культур, проиллюстрированы на примере бразильского племени тапирапи. Процессы показаны в абстрактной форме и следуют из теории генно-культурной коэволюции. Последовательность (сверху вниз) такова: конкретный человек решает, украшать свое тело или нет, и переключается от одной возможности к другой с определенной частотой: скорость переключения зависит от частоты использования орнамента другими; каждый человек в племенной группе (третья часть рисунка, если смотреть сверху) или в обществе либо использует украшение, либо нет; на основании этой информации антрополог (нижняя часть рисунка) может оценить вероятность того, что определенный процент людей в группе использует украшения, то есть в данный конкретный момент времени существует определенный паттерн использования. (Источник: Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, Promethean Fire: Reflections on the Origin of Mind [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983].)



На первый взгляд может показаться, что культурная эволюция действительно часто сдерживает генетическую эволюцию, иногда даже обращая ее вспять. Огонь, жилища и теплая одежда позволили людям поселиться там, где прежде они не пережили бы зиму. Новые способы охоты и земледельческие приемы обеспечили процветание там, где раньше людей ждала бы голодная смерть. Резонно спросить: почему мы должны принимать в расчет влияние генов, если культурные изменения так быстро приводят к столь внушительным результатам?

На самом деле культурная эволюция действительно в какой-то мере подминает под себя эволюцию генетическую. Тем не менее следует иметь в виду, что, расселяясь по миру, люди постоянно сталкивались как с новыми сложностями, так и с новыми возможностями. В некоторых случаях генетические изменения и естественный отбор позволяли людям преодолевать сложности (непривычная пища, болезни, климатические особенности) и ставить себе на службу возможности эффективнее, чем культурные новшества. Взрыв новых мутаций после расселения из Африки около 60 000 лет назад создал множество таких потенциально адаптивных новых генов, и было бы по меньшей мере странно ожидать отсутствия генетической эволюции в активно расселяющихся популяциях.

Классический пример генно-культурной коэволюции за последние несколько тысяч лет существования человечества — развитие переносимости лактозы у взрослых. Лактаза — белок, превращающий лактозу в легкоусвояемые сахара, — прежде образовывалась только в организме младенцев. После отлучения от материнской груди ее продукция автоматически прекращалась. Однако когда в Северной Европе и Восточной Африке возникло скотоводство, а произошло это от 9000 до 3000 лет назад независимо в разных местах, в человеческой популяции распространились мутации, позволяющие употреблять в пищу молоко и во взрослом возрасте. Преимущества этого оказались огромными. Стада молочных коров, коз и верблюдов по сей день остаются одним из самых продуктивных и надежных

источников пищи, доступных человеку. Как выяснили генетики, пролонгация образования лактазы связана с четырьмя независимыми мутациями, одна из которых имеет европейское, а три — африканское происхождение.

Переносимость лактозы — пример того, что экологи и специалисты по эволюции человека называют «образованием ниши». В данном случае «ниша» означает возможность перейти на новую пищу — молочные продукты от одомашненного скота. Мутантные гены присутствовали в популяции с очень низкой частотой, но после перехода к скотоводству быстро распространились. Более того, речь идет о генах, кодирующих белок, за счет которых в основном и происходят изменения в тканях (в данном случае в тканях пищеварительного тракта).

За последние полвека антропологи и психологи нашли немало других примеров тесных коэволюционных переплетений. Сложив их вместе, мы получим картину генетических изменений совсем другого рода, чем частный случай развития переносимости лактозы. Они универсальны для современного человека и в то же время имеют очень древнюю историю, восходя к временам до возникновения *Homo sapiens* или даже до расхождения линий человека и шимпанзе более 6 млн лет назад. Эти изменения, проявляющиеся на когнитивном и эмоциональном уровнях, оказали глубочайшее и разнообразное воздействие на эволюцию языка и культуры. Именно из них складывается существенная часть того, что мы интуитивно называем «человеческой природой».

Один из важнейших и хорошо изученных примеров — это избегание инцеста. Запрет кровосмешения — непреложная особенность всех культур. Сотни изученных антропологами обществ терпимо относятся к бракам между двоюродными братьями и сестрами, иногда даже поощряя их, однако категорически запрещают браки между детьми одних родителей, включая сводных братьев и сестер. Исключение представляют собой кровосмесительные союзы между братьями и сестрами, возведенные в ранг особых общественных институтов. Они встречались у инков, гавайцев, тайцев, древних египтян и некоторых других африканских народов. Однако такие союзы заключались только между членами королевской семьи или другой узкой аристократической группы и всегда были окружены особым ритуалом. Политическая власть передавалась по мужской линии, многоженство разрешалось, так что наследники не обязательно рождались от кровосмесительного брака.

Остальные общества налагают на браки между братьями и сестрами строжайший запрет. В большинстве культур личное отвращение к подобной практике подкреплено на общественном уровне табуированием и законом. Широко известно, что инцест порождает уродов. Каждый человек в среднем имеет на своих двадцати трех парах хромосом как минимум два участка с дефективными или летальными рецессивными аллелями. Если дефективный аллель на конкретном участке несут обе хромосомы, у человека развивается болезнь (или, по крайней мере, повышается такая вероятность). Дефект может проявиться еще на внутриутробной стадии, приводя к выкидышу. С другой стороны, если аллель на одной из хромосом — нормальный, а на другой — рецессивный, то особь развивается нормально. Термин «рецессивный» означает «скрытый»: рецессивный аллель «не виден», так как его подавляет второй член пары — доминантный аллель. Насколько известно в настоящее время, наиболее уязвимые места — это кодирующие белок гены и регуляторные области ДНК. С рецессивными аллелями полностью или частично связаны такие генетические болезни, как дистрофия желтого пятна, воспалительная болезнь кишечника, рак простаты, ожирение, инсулиннезависимый сахарный диабет и врожденный порок сердца.

Пагубные последствия близкородственного скрещивания — широко распространенное явление в растительном и животном мире, и почти все виды, для которых эта проблема актуальна, имеют какой-либо биологически запрограммированный механизм избегания инцеста. Известно, что у приматов (о человеке я пока не говорю) этот механизм является двухступенчатым. У всех девятнадцати общественных видов приматов, размножение которых хорошо изучено, молодые особи, прежде чем достигнут взрослых размеров, покидают группу, в которой родились, и присоединяются к другой. У лемуров Мадагаскара и

большинства мартышек Старого и Нового Света группу покидают самцы, у красных колобусов, гамадрилов, горилл и африканских шимпанзе — самки, а у ревунов, обитающих в Центральной и Южной Америке, — представители обоих полов. Как показывают наблюдения, дело вовсе не в том, что агрессивные взрослые выгоняют из группы беспокойную молодежь. Их уход, насколько можно судить, совершенно добровољен.

Точно такое же явление у людей, когда племена обмениваются молодежью — как правило, девушками, — называется экзогамией. Многочисленные и разнообразные культурные последствия экзогамного обмена — широкое поле деятельности для антропологов. Однако для объяснения происхождения экзогамии далеко ходить не нужно. Это инстинкт, имеющий глубокое генетическое значение, и проявление той же универсальной закономерности, которую мы видим и у других приматов.

Какими бы ни были ее эволюционные истоки и влияние на успех размножения, эмиграция молодых приматов из группы до наступления половой зрелости существенно снижает риск инцеста. Однако есть и вторая линия защиты — близкородственные особи, остающиеся в родной группе, избегают половых контактов. У изученных в плане размножения общественных видов приматов, в частности мармозеток и тамаринов Южной Америки, азиатских макак, бабуинов и шимпанзе, взрослые особи, как самцы, так и самки, демонстрируют так называемый эффект Вестермарка: при выборе половых партнеров они избегают особей, с которыми жили бок о бок в начале жизни. Матери и сыновья не копулируют практически никогда, а братья и сестры, которых держат вместе, спариваются значительно реже, чем менее близкородственные особи в тех же условиях.

Это явление было впервые описано не у обезьян или каких-то других животных, а у людей. Честь его открытия принадлежит финскому антропологу Эдварду Вестермарку, автору капитального труда «История брака у человека» (1891). Впоследствии его гипотеза неоднократно подтверждалась. Одно из самых убедительных доказательств в ее пользу — исследование «малых браков» на Тайване, выполненное Артуром Вольфом и его коллегами из Стэнфордского университета. Этот обычай, прежде широко распространенный в Южном Китае, заключался в том, что родители мальчиков удочеряли девочек, чтобы потом выдать их замуж за своих сыновей. До замужества родных сыновей и приемных «маленьких невесток» *(sim-pua* на диалекте хок-кьень) воспитывали как братьев и сестер. По-видимому, этот обычай связан с высоким спросом на девушек брачного возраста, который иногда складывался в силу ряда демографических и экономических причин.

На протяжении сорока лет, с 1957 по 1995 год, Вольф изучал жизнь 14 200 тайваньских «маленьких невесток», удочеренных в конце XIX — начале XX века. Помимо статистических данных в исследовании использованы результаты интервью с некоторыми из этих женщин, а также с их друзьями и родственниками.

По сути, Вольф имел дело с непреднамеренным масштабным экспериментом по психологическим истокам важного компонента общественного поведения человека. «Маленькие невестки» и их мужья не были родственниками, что позволило сбросить со счетов все факторы, связанные с генетическим сходством. При этом они с младенчества жили рядом, как братья и сестры в обычных тайваньских семьях.

Результаты исследования однозначно подтверждают гипотезу Вестермарка. — Если будущую жену брали в дом в возрасте младше двух с половиной лет, она впоследствии сопротивлялась союзу с фактическим «братом». Родителям нередко приходилось вынуждать молодую пару консуммировать брак, иногда под угрозой физического наказания. Такие браки заканчивались разводом втрое чаще, чем обычные тайваньские браки. В них рождалось почти на 40 % меньше детей. Насколько можно судить, около трети жен вступали во внебрачные связи (при «обычном» уровне адюльтера 10 %).

Проведя тщательный перекрестный анализ, Вольф и его соавторы пришли к выводу, что ключевым фактором была совместная жизнь на протяжении первых двух с половиной лет жизни одного или обоих партнеров. Чем дольше и теснее была связь в этот критический период, тем сильнее был последующий эффект. Размах и тщательность проведенного

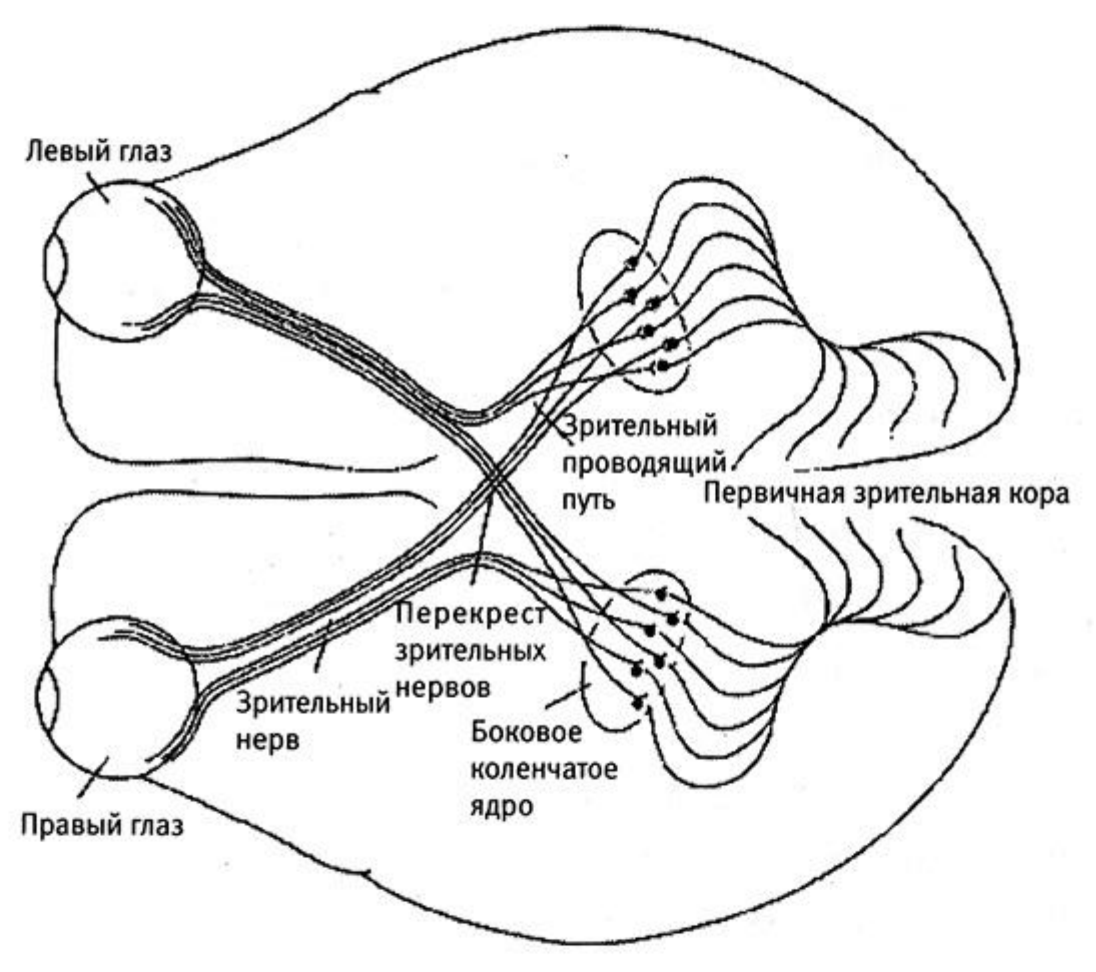
исследования позволили свести к минимуму или совсем исключить влияние многих других факторов, которые могли бы играть роль в данном случае, таких как финансовое положение приемной семьи, здоровье, возраст вступления в брак, соперничество между детьми в семье и естественное отвращение к инцесту, которое могло бы проявиться, если бы пара действительно считала себя братом и сестрой.

Полем еще одного непреднамеренного эксперимента послужили израильские кибуцы, где дети ясельного возраста воспитывались как братья и сестры. Как сообщали Джозеф Шефер и его коллеги в статье 1971 года, среди 2769 браков воспитанников кибуцев не было ни одного между членами одновозрастной группы из одного и того же кибуца. Более того, между юношами и девушками из таких групп не было отмечено и внебрачных половых сношений, хотя особого акцента на их запрет в кибуце не делали.

Эти примеры и огромное количество разрозненных данных из других обществ показывают, что человеческий мозг запрограммирован следовать простому правилу: *не имей никакого сексуального интереса к тем, кого ты близко знал в ранние годы жизни.*

Но, может быть, эффект Вестермарка ни при чем и люди, полагаясь на разум и память, просто отдают себе отчет в том, что инцест приводит к появлению дефективного потомства? Нет, дело не в этом. Антрополог Уильям Дарем изучил верования шестидесяти разных обществ, ища в них упоминания о пагубных последствиях инцеста, и обнаружил их только в двадцати случаях. Например, индейцы-тлингиты ясно понимали, что от браков между близкими родственниками часто рождаются уроды. Некоторые общества даже разработали фольклорные теории для объяснения этого явления. У саамов говорится, что кровосмесительная чета порождает *мару* — рок, довлеющий над их потомством. Папуасы-капауку в Новой Гвинее полагали, что кровосмешение приводит к разложению жизненных субстанций. Население острова Сулавеси (Индонезия) предлагало еще более космическую интерпретацию — когда в брак вступают люди, имеющие какие-то другие связи, например близкородственные, вся природа приходит в смятение.

Рис. 20–2. Как мозг создает цвет. Световые волны разных частот сортируются на сетчатке в широкие категории, которые впоследствии мозг «назовет» цветами. Генерируемые сетчаткой нервные импульсы проходят пс зрительному нерву к боковым коленчатым ядрам таламуса — главной транзитной и организующей станции. После таламуса визуальная информация попадает в центры обработки в первичной зрительной коре и других отделах мозга (Основано на: David H. Hubel and Torsten N. Wiesel, «Brain mechanisms of vision», Scientific American, September 1979, p. 154.)

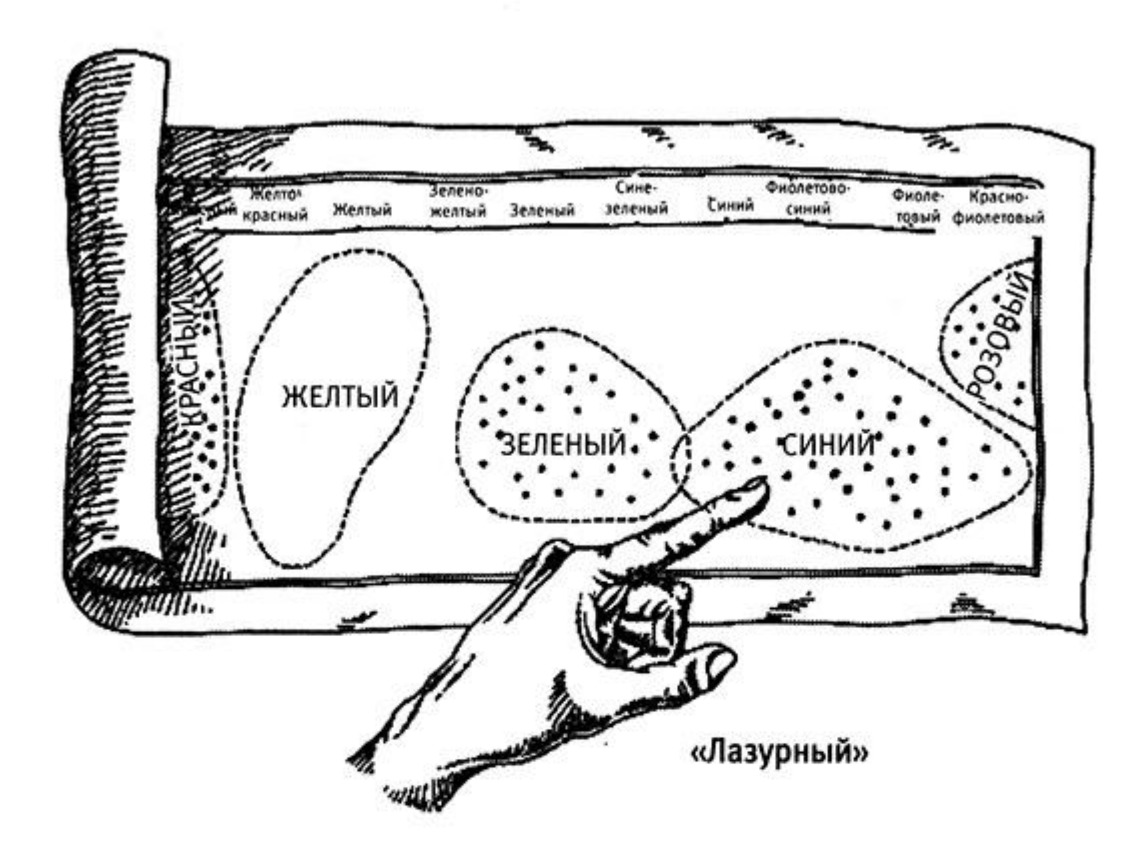


Любопытно, что, хотя мотивы инцеста присутствовали в мифах пятидесяти шести из шестидесяти изученных обществ, его вред для потомства упоминался лишь в пяти случаях. Несколько чаще говорилось о каких-то благотворных последствиях, таких как рождение гигантов и героев. Но даже в этих случаях инцест рассматривался если не как явная ненормальность, то по крайней мере как нечто особенное.

Эффект Вестермарка представляет собой наследуемую склонность выбирать и передавать на культурном уровне один из нескольких (в данном случае двух) вариантов действий. Следовательно, он является одним из эпигенетических правил генно-культурной коэволюции. Параллелью из области медицинской генетики являются гены «восприимчивости» к раку, алкоголизму, хронической депрессии и многим других наследственным заболеваниям, а их более тысячи. Нельзя сказать, что носители таких генов обречены; дело в том, что при определенных условиях они попадают в группу более высокого риска. Если предрасположенный к мезотелиоме человек работает в здании, которое испускает асбестовую пыль, то у него больше шансов заболеть, чем у коллег. Если человек, склонный к алкоголизму, якшается с пьяницами, он рискует спиться быстрее, чем менее «генетически восприимчивые» собутыльники. Эпигенетические правила поведения в области культуры действуют так же, но имеют обратный эффект. Они представляют собой норму; сильные отклонения от них, скорее всего, будут стерты либо культурной, либо генетической эволюцией или же сочетанием этих двух процессов. В этом свете генетические правила генно-культурной коэволюции ничуть не хуже соответствуют широкому определению понятия «эпигенетический», чем восприимчивость к болезням. Согласно национальным институтам здравоохранения США, «эпигенетические изменения» — это «изменения регуляции активности и экспрессии генов, не зависящие от генной последовательности», включая «как наследственные изменения активности и экспрессии генов (в потомстве клеток или особей), так и стабильные долгосрочные изменения транскрипционного потенциала клетки, которые не обязательно являются наследуемыми».

Возьмем пример из совершенно иной области — колоративную лексику. Это второй хорошо исследованный случай генно-культурной коэволюции. Ученым удалось проследить всю цепочку — от генов, диктующих восприятие цветов, до окончательного выражения этого восприятия в языке.

Рис. 20–3. Эксперимент Берлина-Кэя показывает, что врожденное восприятие основных цветов накладывает отпечаток на эволюцию колористической лексики. Носители разных языков помещали обозначения цветов на те участки волнового диапазона, где восприятие цвета наиболее стабильно. (Источник: Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, Promethean Fire: Reflections on the Origin of Mind [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983].)



В природе цвета нет. Во всяком случае, нет его в той форме, на какую привык полагаться неискушенный мозг. Видимый глазом свет — это участок спектрального диапазона с плавно изменяющимися длинами волн, и никакой определенный цвет его не характеризует. Цветное зрение, словно рамку, накладывают на этот участок колбочковые клетки сетчатки и нервные клетки мозга. Сначала световую энергию поглощают фоточувствительные пигменты колбочковых клеток. В зависимости от пигмента различают три типа колбочек — «синие», «зеленые» и «красные». Запущенная светом молекулярная реакция трансформируется в электрические сигналы. Они передаются нейронам сетчатки, формирующим оптический нерв. Здесь информация о длинах волн перекомпоновывается — сигналы распределяются по двум осям. Одну из них мозг воспринимает как ось от зеленого к красному, а вторую — как ось от синего к желтому (желтый определен как смесь зеленого и красного). Конкретный нейрон может возбуждаться сигналом от красных колбочек и ингибироваться сигналом от зеленых. По силе передаваемого нейроном электрического сигнала мозг «понимает», сколько красного или зеленого попало на сетчатку. Совокупная информация от огромного числа колбочек и опосредующих нейронов снова передается в мозг, по перекрестам зрительных нервов к боковым коленчатым ядрам таламуса (это массы нервных клеток, образующие «ретрансляционную станцию» около центра мозга) и далее в группы клеток первичной зрительной коры в крайней задней части мозга.

Эта «раскрашенная» визуальная информация за какие-то миллисекунды

распространяется к разным отделам мозга. Его реакция зависит от поступления другой информации, а также пробуждаемых ей воспоминаний. В результате в мозгу возникают образы, которые человек мысленно описывает, например, такими словами: «Я вижу американский флаг; его цвета — красный, белый и синий». Однако давайте попробуем отвлечься от кажущейся очевидности и посмотрим на американский флаг глазами насекомого. Оно уловило бы волны другой длины и «увидело» другие цвета или вообще не различило цветов в зависимости от видовой принадлежности. В любом случае, даже если бы язык насекомого поддавался переводу, перевести его впечатления на наш язык было бы непросто. Американский флаг оказался бы чем-то совершенно иным, и это было бы связано с «насекомой» природой наблюдателя. Может быть, насекомое подумало бы так: «Я вижу муравьиный флаг; его цвета — ультрафиолетовый и зеленый» (муравьи видят недоступный нам ультрафиолетовый цвет, но не различают видимый человеческим глазом красный).

Химия трех пигментов колбочковых клеток неплохо изучена. Мы знаем их аминокислотный состав и форму цепочек, в которую эти аминокислоты связываются. Известна структура ДНК кодирующих их генов в X-хромосомах, и выявлены генные мутации, вызывающие цветовую слепоту.

Рис. 20–4. На картине Пауля Клее «Новая гармония» (1936) сначала бросаются в глаза красные квадраты, а затем взгляд переходит к другим цветам. Последовательность перехода примерно совпадает с порядком появления обозначений цветов в процессе эволюции колористического лексикона. Однако исследования возможной связи между физиологическими и культурными процессами еще только начинаются. (Пауль Клее, Новая гармония [Neue Harmonie], 1936, холст, масло, 93.6 x 66.3 см, Музей Гуггенхайма, Нью-Йорк, 71.1960.)



Итак, путем наследственных (и относительно понятных) молекулярных процессов человеческие органы чувств и мозг постоянно «дробят» видимый свет, то есть участок спектра с плавно изменяющимися длинами волн, на упорядоченную последовательность более или менее дискретных полос, которые мы называем цветовым спектром. С биологической точки зрения эта последовательность абсолютно произвольна. Она — одна из многих, которые могли возникнуть в процессе эволюции. А вот с культурной точки зрения эту последовательность произвольной не назовешь. Раз уж она возникла (за счет генетических механизмов), ее не переломишь ни обучением, ни волевым указом. Бесчисленные проявления человеческой культуры, так или иначе связанные с цветом, — производные описанного выше элементарного процесса. Как биологическое явление восприятие цвета контрастирует с восприятием интенсивности освещения — основного

после частоты признака видимого света. Если освещенность меняется постепенно, например когда мы плавно вращаем диммер настольной лампы, мы воспринимаем изменение освещенности как непрерывный процесс, которым оно и является. Однако когда мы имеем дело с одночастотным светом (то есть когда в один момент времени проецируется одна длина волны) и переходим от одной длины волны к другой, мы не воспринимаем этой непрерывности. При движении от коротковолновой к длинноволновой части спектра мы сначала видим широкую полосу синего (по крайней мере одну полосу, которую воспринимаем как этот цвет), затем зеленый, затем желтый и, наконец, красный. Добавьте к этим цветам белый (сочетание всех цветов) и черный — отсутствие света.

Это биологическое ограничение запечатлено в колористическом лексиконе всех народов. В своем знаменитом эксперименте 1960 года Брент Берлин и Пол Кэй протестировали концепцию цвета у носителей двадцати языков, включая арабский, болгарский, кантонский, каталанский, древнееврейский, ибибио, тайский, цельталь и урду. Перед волонтерами стояла задача описать колористическую лексику своего языка, и для этого им был предложен простой и точный метод. Им показывали цветовую шкалу Манселла (разноцветные плашки, разложенные слева направо согласно порядку цветового спектра и снизу вверх согласно увеличивающейся яркости) и просили поместить основные обозначающие цвет слова их родного языка на плашку, наилучшим образом соответствующую этому обозначению. Происхождение и звучание этих слов в разных языках, естественно, очень сильно варьировало, но их распределение на цветовой шкале Манселла соответствовало, по крайней мере примерно, основным цветам: синему, зеленому, желтому и красному.

Сильное влияние биологических ограничений на цветовосприятие было выявлено еще в одном эксперименте, проведенном в конце 1960-х годов. Он был основан на интересной особенности языка народа дани, обитающего на западе Новой Гвинеи, — в нем нет слов для обозначения хроматических цветов. Дани различают только *mili* , что приблизительно означает «темный», и *mola* — «светлый». Элеонору Рош, автора эксперимента, интересовали «естественные категории» процесса познания, и она поставила вопрос следующим образом: если взрослые дани начнут осваивать колористическую лексику, ускорится ли процесс освоения, если термины будут соответствовать основным врожденным оттенкам? Другими словами, будут ли генетические ограничения в какой-то мере направлять поток культурной инновации? В эксперименте участвовало 68 взрослых мужчин народа дани, которых Рош разделила на две группы. И ту и другую она учила использовать несколько придуманных ею цветообозначений. Однако слова, которым учили волонтеров в первой группе, обозначали основные цвета шкалы Манселла (синий, зеленый, желтый и красный) и, соответственно, согласовывались с колористической лексикой других языков. Цветообозначения, предложенные второй группе, были «смещены» относительно основных кластеров колористической лексики в других языках. Так вот, первая группа, следуя «естественным» склонностям к восприятию цветов, училась примерно вдвое быстрее, чем вторая, имевшая дело с более «надуманными» терминами. Они также охотнее выбирали эти термины, когда им был предоставлен такой выбор.

Чтобы восполнить последнее звено цепи, ведущей от генов к культуре, нам осталось найти ответ на один вопрос. Мы знаем, что цветовое зрение имеет генетическую основу, которая влияет на колористическую лексику, однако насколько сильно отличается эта лексика в разных культурах? Ответ известен, во всяком случае в общих чертах. В случае с колористической лексикой мы не находим той однородности, которая характеризует человеческие культуры с точки зрения, например, отношения к инцесту. Некоторым человеческим обществам цвет, можно сказать, безразличен, они довольствуются простейшей классификацией. Другие общества разработали тончайшую систему разграничения оттенков и насыщенности основных цветов, существенно расширив и обогатив свой колористический лексикон.

Встает вопрос: случайным ли образом происходят эти расширение и обогащение?

Очевидно, нет. В своих последующих экспериментах Берлин и Кэй показали, что разные языки содержат от двух до одиннадцати основных обозначений цвета. Они представляют собой фокальные точки, распределенные по четырем элементарным блокам цветовой шкалы Манселла. Полный комплект — черный, белый, красный, желтый, зеленый, синий, коричневый, фиолетовый, розовый, оранжевый и серый. (Разумеется, в предыдущем предложении было бы лучше привести сами цвета, а не обозначающие их слова.) Каждому из них можно найти соответствия в разных языках в виде одного из одиннадцати терминов или их сочетаний. Например, когда мы говорим «розовый», в другом языке может найтись эквивалентное слово или, скажем, слово, которое для нас означало бы «розовый» и/или «оранжевый». Число основных обозначений цвета в разных языках варьирует от двух (у дани) до одиннадцати. Если выстроить разные языки в ряд по возрастанию числа таких обозначений, то мы увидим следующие закономерности:

• Если в языке только два названия цвета, то это черный и белый.

• Если в языке только три названия цвета, то это черный, белый и красный.

• Если в языке только четыре названия цвета, то это черный, белый, красный и либо зеленый, либо желтый.

• Если в языке только пять названий цвета, то это черный, белый, красный, зеленый и желтый.

• Если в языке только шесть названий цвета, то это черный, белый, красный, зеленый, желтый и синий.

• Если в языке только семь названий цвета, то это черный, белый, красный, зеленый, желтый, синий и коричневый.

• Остальные четыре основных цвета — фиолетовый, розовый, оранжевый и серый — появляются в языках в произвольном порядке.

Если бы основные обозначения цветов комбинировались случайным образом, колористические лексиконы в разных языках складывались бы как попало из 2036 возможных вариантов. Последовательность Берлина-Кэя говорит, что они складываются (приблизительно) всего лишь из 22 вариантов.

Последующие исследования подтвердили, что основных слов для обозначения цветов действительно одиннадцать. Между такими словами в разных языках можно установить соответствия — по типу «одно к одному», «одно к многим» или «многие к одному». Однако в разных языках эти слова оказываются в разных районах фокальных цветов. По-видимому, их положение зависит от важности цвета в данной точке основного фокального цвета, а также от того, насколько хорошо основной цвет отличается в данном языке от соседнего основного.

В какой мере категории цвета и язык влияют друг на друга? Это фундаментальный вопрос, затрагивающий генно-культурную коэволюцию восприятия цвета и колористической лексики. Согласно гипотезе лингвистической относительности[22], сформулированной в конце 1930-х — начале 1940-х годов Бенджамином Ли Уорфом и оказавшей большое влияние на лингвистику, язык не только служит для коммуникации нашего представления о мире, но и влияет на это представление. Однако в рассматриваемом случае современная наука склоняется к менее категоричной формулировке — мозг действительно определенным образом фильтрует и искажает истинный цвет, но не является единственной инстанцией, определяющей его категории.

Непосредственные данные о связях между цветом и языком недавно предоставила в наше распоряжение магнитно-резонансная томография головного мозга. Восприятие категорий цвета более тесно связано с правым зрительным полем мозга. Когда испытуемым показывали разные цветовые последовательности, паттерны мозговой деятельности в правом зрительном поле были сильнее, если последовательности состояли из цветов разных

---

[22] Ее также называют гипотезой Сепира — Уорфа.

категорий, а не оттенков одного и того же цвета. Это вполне предсказуемо. Однако разные цветовые категории также вызывали более сильную активацию района левого полушария, отвечающего за языковую деятельность. Напрашивается вывод, что языковые участки мозга в какой-то мере управляют деятельностью зрительной коры.

Эволюционные биологи со своей стороны задумались над тем, почему по мере расширения колористического лексикона новые обозначения цветов появляются в определенной последовательности. Прежде всего они зацепились за тот факт, что сразу вслед за черным и белым в языках появляется красный цвет. Исследователи Андре Фернандес и Молли Моррис предположили, что это связано с преобладающей окраской фруктов. Движение в сторону этих красных и оранжевых пятен сулило выгоду древесным приматам, чья среда обитания в основном была окрашена в зеленые и коричневые тона. После перехода к общественному образу жизни у некоторых видов эти цвета стали означать готовность к половому контакту. Согласно общей теории эволюции инстинктов, красный цвет и его оттенки приобрели у предковых приматов Старого Света «ритуальную функцию» и стали служить для зрительной коммуникации.

21. Как возникла культура

Африка, Конго, лес в районе «треугольника Гоуалоуго»[23]. Шимпанзе отламываете куста тонкую ветку, обдирает листья и втыкает в термитник. Внутри термитника рабочие термиты разбегаются, а термиты-солдаты, наоборот, набрасываются на ветку и мертвой хваткой впиваются в нее острыми челюстями. Шимпанзе это знает. Подождав, пока ветка не будет унизана насекомыми, он вытаскивает ее, сдирает солдат и поедает их. Однако так делают не все шимпанзе. Этот способ добычи термитов — культурная особенность лишь некоторых популяций, и шимпанзе перенимают ее, наблюдая за сородичами.

Южная Америка, район на границе Бразилии и Венесуэлы, между реками Риу-Негру и Риу-Бранку. Отряд индейцев-яномами покидает свою деревню, где все жители спят под одной крышей, и идет на ручей, расположенный в трех километрах. Они бросают в воду яд, ждут немного, а затем собирают всплывшую рыбу. Улов уносят домой и делят на всех. Такая совместная рыбалка — летнее занятие. В остальное время на ручей ходят только женщины, причем поодиночке. Они вылавливают рыбу руками и убивают, перекусывая хребет. Пример совсем иного уровня: недалеко от побережья Аляски профессиональные рыбаки опускают длинную снасть со множеством крючков на самое дно Тихого океана, на глубину 1000 м и более. Их улов — угольная рыба (ее также называют черной треской, а в меню суши-бара она может встретиться под именем гиндара). Ее чистят, охлаждают и транспортируют на берег, откуда этот деликатес попадаете дорогие рестораны и на столы богатых гурманов всего мира.

Рыбная ловля — особая составляющая культуры. По-видимому, она эволюционировала на протяжении миллионов лет — поначалу медленно, потом все быстрее и быстрее и, наконец, с головокружительной скоростью. Путь угольной рыбы к столу гурмана — лишь одна из бесчисленных культурных разновидностей. Со времен неолита эти порождения человеческого сознания развивались, ветвились, сливались и, наконец, сошлись воедино, образовав сущность современной глобальной цивилизации. Не стоит думать, что культуру изобрели мы. Авторский патент принадлежит общим предкам шимпанзе и людей. Мы лишь внедрили в жизнь это изобретение наших предков, став, таким образом, теми, кто мы есть.

И биологи, и антропологи согласны, что культура в широком смысле слова — это сочетание признаков, отличающих одну группу от другой. Культурный признак — это поведенческая особенность, которая либо возникла в пределах группы, либо была

---

[23] Район площадью около 260 км2 в южной части Национального парка Ноуабале-Ндоки (Республика Конго).

заимствована, а затем уже распространилась в группе. Большинство исследователей также сходятся на том, что концепция культуры применима как к животным, так и к людям. Такой подход позволяет подчеркнуть преемственность этого явления, несмотря на гораздо большую сложность человеческого поведения.

Самой сложной культурой после человека обладают шимпанзе и их близкие родичи бонобо. Сравнительный анализ популяций шимпанзе, разбросанных по Африке, выявил удивительно много культурных признаков, а также высокое разнообразие их сочетаний между разными популяциями.

Большая роль имитации в распространении культурных признаков была подтверждена в экспериментах на двух колониях шимпанзе. В каждой группе исследователи выбирали самку высокого ранга и показывали ей (и только ей), как доставать пищу из специально сконструированного контейнера. Шимпанзе, уяснившие, что их ждет награда в виде пищи, оказались способными ученицами. Одну из них научили доставать еду методом «тыканья», а другую — методом «вытаскивания». Вернувшись в группу, самки продолжали практиковать выученный способ. Большинство членов группы скоро переняли его. Однако как именно это произошло, не совсем понятно: возможно, они подражали «учительнице», но не исключено, что ключевую роль играло наблюдение за перемещениями пищи. Если окажется, что шимпанзе учились вторым методом, то, возможно, дальнейшие исследования покажут, что шимпанзе очень отличаются от людей по характеру общественного научения.

Есть убедительные свидетельства того, что аутентичную культуру имеют орангутаны и дельфины. Поразительный пример — дельфины-афалины из залива Шарк в Австралии. Некоторые самки афалин закрепляют у себя на носу кусочек губки и с ее помощью выгоняют током воды рыбу из укромных местечек на дне. То, что у дельфинов есть культура, неудивительно. Они — одни из самых умных животных, лишь немного уступающие обезьянам. Кроме того, социальное взаимодействие дельфинов характеризуется высокой степенью подражательства, и весьма вероятно, что в заливе Шарк идет настоящая культурная трансмиссия. Почему же тогда дельфины и другие сообразительные китообразные за миллионы лет так мало продвинулись по пути общественной эволюции? На это есть три причины. В отличие от приматов, у них нет никакого аналога гнезда. Их передние конечности — плавники. Наконец, в их водных чертогах им не суждено подчинить себе огонь.

Развитие культуры зависит от долговременной памяти, и в этом отношении люди намного превосходят животных. Наш сильно увеличенный передний мозг вмещает огромное количество информации, и именно поэтому мы — непревзойденные рассказчики. Мы можем вызвать из памяти воспоминания о событиях и снах за всю нашу жизнь и создать из них повествования о прошлом и будущем. Истинные или воображаемые последствия наших действий — непреложные реальности нашего сознания. Придумав подходящую историю, мы способны подавить сиюминутное желание ради предвкушаемого удовольствия. Мысли о будущем позволяют нам, по крайней мере некоторое время, сопротивляться эмоциям. Эта внутренняя жизнь — причина уникальности и неповторимости каждой личности. Смерть человека — это гибель огромной библиотеки переживаний и образов.

Сколь многое исчезает со смертью? Подозреваю, мои представления на этот счет не оригинальны. Иногда я закрываю глаза, и память переносит меня в сороковые годы прошлого столетия, в город Мобил, штат Алабама, и его окрестности на северном побережье Мексиканского залива. Там я подросток и разъезжаю по всему округу на своем велосипеде — односкоростном «Швинне» с широкими пухлыми покрышками. Другие воспоминания, одно другого ярче, заполоняют меня. Я вижу своих родственников, близких и дальних, и каждый из них, словно звезда в созвездии, появляется в моем воображении вместе со своими друзьями и знакомыми. Эти люди считали Мобил центром мироздания, а свою эпоху — сосредоточием времени. Они жили в безмятежной уверенности, что их мир всегда останется таким же. Все мелочи имели значение, по крайней мере какое-то время. Все, о чем они помнили, было в той или иной степени важно. Этих людей больше нет. Почти все, что

составляло их коллективную память, бесследно исчезло. Я знаю, что, когда я умру, мир моего детства во всей его безмерной насыщенности умрет вместе со мной. Но еще я знаю, что эти канувшие в Лету связи и воспоминания вплелись в живую ткань человечества. Я появился на свет и живу, потому что на свете жили они.

Животные также обладают долговременной памятью, и она исключительно полезна для выживания. Голуби способны запомнить до 1200 картинок. Североамериканские ореховки — птицы, наподобие белок запасающие желуди, — на протяжении 285 дней помнили о том, где в комнате находятся 25 «тайников» из 69. И голубей, и ореховок, естественно, опережают бабуины. Эти умные приматы способны запомнить около 5000 элементов и хранить их в памяти до трех лет. Однако человеческая память несравнимо обширнее, чем память любого из известных животных. Насколько я знаю, оценить объем памяти конкретного человека, даже приблизительно, пока еще никому не удалось.

Сознающий мозг наделяет человека бесценным даром — умением, а также неодолимой врожденной потребностью представлять себе разные варианты развития событий. Для построения каждого конкретного сценария используется лишь малая часть накопленной мозгом долговременной памяти. Вопрос, как именно это происходит, остается спорным. Одна школа нейробиологии считает, что мозг извлекает нужные фрагменты из «запасников» и «подкидывает» их кратковременной памяти. Другая школа делает из тех же данных другой вывод — процесс происходит за счет активации долговременной памяти и не предполагает переноса информации из одной части мозга в другую.

Как бы то ни было, понятно, что за 3 млн лет эволюции, то есть очень быстро по геологическим меркам, род *Homo* приобрел нечто невиданное прежде, а именно — банк памяти, разместившийся в огромной коре головного мозга, — более 10 млрд нейронов, каждый из которых соединен с другими в среднем 10 000 отростков. Нейронные связи — основные блоки мозговой ткани — складываются в сложные и разнообразные пути, состоящие из нейронных цепей и интегрирующих «ретрансляционных станций». Эти нейронные сети, которые иногда называют модулями, каким-то образом и лежат в основе инстинктов и памяти.

Невероятная сложность архитектуры мозга поначалу препятствовала созданию генетических моделей, применимых к теории эволюции. Геном человека состоит всего лишь из 20 000 кодирующих белок генов. За развитие нервной системы и органов чувств отвечают лишь немногие из них. Вставал вопрос: как такое мизерное число генов может программировать столь сложную клеточную архитектуру?

Разрешить эту дилемму помогла концепция, родившаяся в недрах генетики развития[24]. Было показано, что многочисленные модули могут быть созданы таким образом: сначала они тиражируются за счет одной программы, затем другие программы (и другие гены) заставляют разные модульные ткани специализироваться согласно их местонахождению в мозге. Дальнейшая специализация происходит за счет информации, поступающей в мозг извне. Приведу простую параллель: многоножке для развития сотен пар ног не нужны ансамбли из сотен генов, нескольких вполне достаточно. Исследователям еще только предстоит многое узнать о генетическом контроле развития мозга, однако по крайней мере теоретическая способность генов к построению такой сложной структуры уже показана.

Теперь, когда генетическая основа развития человеческого мозга, перестала быть довлеющей загадкой, мы можем обратиться к происхождению сознания и языка. Ученые давно уже отказались от идеи мозга как «чистой доски», на которую культура записывается путем обучения. Эта устаревшая гипотеза утверждала, что в эволюции человек приобрел лишь исключительную способность к обучению, основанную на расширенном объеме долговременной памяти. Ныне преобладает другая точка зрения: мозгу присуща сложная

---

24 Раздел генетики, изучающий закономерности и механизмы генетического контроля процессов индивидуального развития организмов.

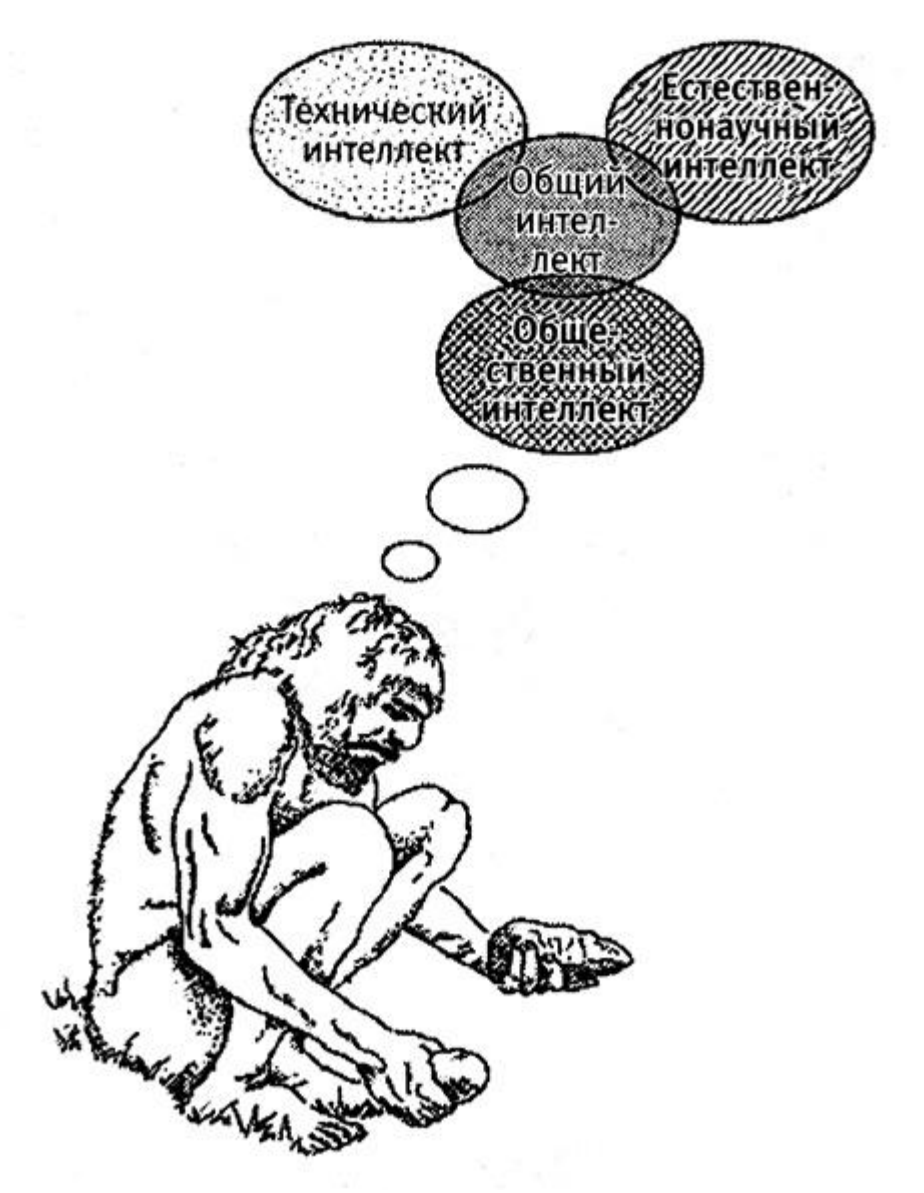
унаследованная архитектура. Познающий разум — один из продуктов этой архитектуры, тесно связанный с характером ее построения, — возник в процессе генно-культурной коэволюции, то есть сложного взаимодействия генной и культурной эволюций.

В поиске эволюционных истоков языка и сознания генетикам и нейробиологам пришли на помощь археологи. Чтобы восстановить последовательность и временные рамки этих трудно поддающихся; изучению событий, они начали разрабатывать новую область — когнитивную археологию. Может показаться, что такая гибридная дисциплина обречена на провал. Что осталось нам от древних людей, кроме их костей? Пепел кострищ, обломки орудий, объедки и прочий мусор. Тем не менее новые методы анализа и хитроумные эксперименты позволили ученым по крайней мере прийти к выводу, что абстрактное мышление и синтаксический язык возникли не позже, чем 70 000 лет назад. Ключ к этому выводу предоставляют нам некоторые артефакты, точнее говоря, умозаключения о том, какие мыслительные процессы потребовались для их изготовления. Особое место в рассуждениях на эту тему занимает насаживание каменных наконечников на копья. Уже 200 000 лет назад это умели и неандертальцы в Европе, и первые *Homo sapiens* в Африке. Несомненно, это изобретение играло значительную роль, однако само по себе оно не слишком много говорит нам о том, что творилось в мозгу изобретателей. Однако 70 000 лет назад человек разумный сделал еще один большой шаг вперед, и его анализ недавно пролил свет на когнитивную эволюцию. Авторы одного исследования сделали вывод, что изготовление копий внезапно резко усложнилось. Процесс стал многоступенчатым: от обжига и обтачивания каменного наконечника до использования камеди и воска, чтобы закрепить его на верхушке копья. Что это говорит нам о работе сознания, удачно сформулировал Томас Винн:

> «Мастера должны были понимать свойства материалов (например, вязкость), уметь рассчитывать влияние температуры и переключать внимание с одной быстро меняющейся переменной на другую, а также мыслить достаточно гибко, чтобы подстраиваться к неизбежному непостоянству природного сырья».

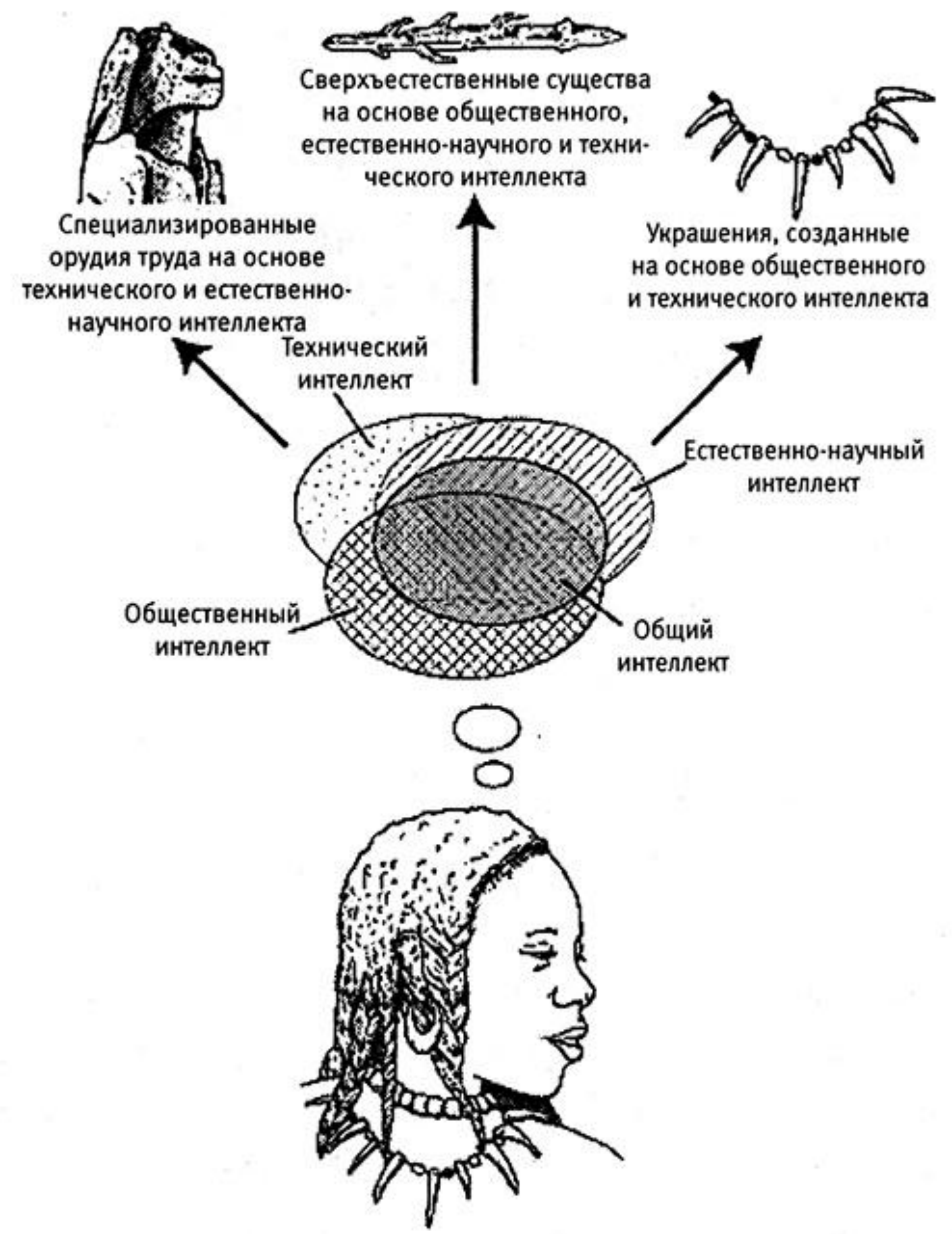
А как обстояли дела с речью? Сознание, способное порождать абстракции и складывать их в сложные последовательности, также, по-видимому, смогло породить синтаксический язык, в котором подлежащее, сказуемое и дополнение выстраивались в логические цепочки.

Рис. 21–1. Возможная причина отсутствия значительного культурного прогресса у неандертальцев — их неспособность устанавливать связи между разными областями интеллекта и, следовательно генерировать новые абстрактные последовательности. (Источник: Steven Mithen, «Did farming arise from a misapplication of social intelligence?» Philosophical Transactions of the Royal Society B 362:705–718 [2007].)



В поисках истоков любого вида ученые обычно обращаются к сравнительной биологии, чтобы понять, как произошли и как жили близкородственные виды. Загадка человеческого сознания заставила ученых «приглядеться» к неандертальцам *(Homo neanderthalensis),* и теперь мы знаем о них на удивление много. История этого вида насчитывает более 200 000 лет. Пока *Homo sapiens* развивал свои мыслительные способности в Африке, европейские просторы находились в полном распоряжении неандертальцев. Затем их, почти наверное, вытеснили люди, постепенно заселявшие Северную и Западную Европу. Последний известный науке неандерталец умер приблизительно 30 000 лет назад на юге Испании.

Рис. 21–2. Предполагаемые пути развития интеллекта и культуры *Homo sapiens* в эпоху позднего палеолита. Культурная революция палеолита, очевидно, была связана с появлением способности устанавливать связи между памятью в разных областях интеллекта, создавая таким образом новые абстрактные и метафорические формы. (Источник: Steven Mithen, «Did farming arise from **a** misapplication of social intelligence?» Philosophical Transactions of the Royal Society B 362:705–718 [2007].)



Поначалу это было честное состязание. Неандертальцы и *Homo sapiens* начали «забег» почти вровень, хотя и в разных местах: одни в Европе, другие — в Африке. Первое время каменные орудия первых не уступали орудиям вторых. У них были ножи с прямыми острыми лезвиями (скорее всего, ими выскабливали шкуры) и ножи с зазубренными лезвиями (вероятно, они использовались как пилы). Как и люди, неандертальцы умели делать простейшие копья с острыми каменными наконечниками. Набор орудий труда у неандертальцев хорошо соответствовал их образу жизни охотников на крупную дичь. Как и следует ожидать от охотников, они, очевидно, перемещались на большие расстояния. Они варили, а возможно, и коптили мясо, носили одежду, а лютыми зимами грелись у огня на стоянках. Недавно ученые расшифровали геном неандертальцев (что само по себе является выдающимся научным достижением), и теперь мы знаем, что неандертальцы имели ген FOXP2, связанный со способностью к языку, и он располагался у них в составе той же последовательности, что и у *Homo sapiens.* Скорее всего, это значит, что они умели говорить. Мозг взрослого неандертальца был в среднем немного крупнее мозга человека разумного, выше была и скорость роста мозга у их младенцев и детей.

Все связанное с неандертальцами завораживающе интересно, ведь это был, по сути дела, еще один вид человека, полевой эксперимент по сравнительной эволюции. Тем не

менее, возможно, интереснее всего не то, какими они были, а то, какими они не стали. За 200 000 лет существования они не продвинулись практически ни на шаг по пути техники и культуры. Хоть бы одно усовершенствованное копье, наскальный рисунок, нитка бус — но нет, по крайней мере на уже открытых страницах археологической летописи мы не находим никаких подобных свидетельств прогресса[25].

Тем временем *Homo sapiens* уверенно маршировал вперед. Примерно тогда, когда неандертальцы сошли с дистанции, его когнитивные достижения внезапно расцвели. Первая популяция человека разумного проникла в Центральную Европу около 40 000 лет назад. Спустя 10 000 лет, в эпоху позднего палеолита, уже существовали выразительные наскальная живопись и скульптура (включая фигурку человека с головой льва). К этому времени относятся находки костяных флейт и ритуальных шаманских одежд, а также первые свидетельства использования огня для загона дичи в специальные корали.

Рис. 21–3. Разные области мозга современного человека сложным образом взаимодействуют между собой. На рисунке это взаимодействие показано на примере того, какие части мозга взрослого человека активировались, когда он (а) думал об использовании конкретного инструмента и (б) изображал его использование при помощи пантомимы. Карты активности мозга составлены на основе данных функциональной магнитно-резонансной томографии. (Источник: Scott H. Frey, «Tool use, communicative gesture and cerebral asymmetries in the modem human brain», Philosophical Transactions of the Royal Society B 363: 1951–1957 [2008].)

[25] Книга Л. Д. Вишняцкого «Неандертальцы: история несостоявшегося человечества» содержит множество фактических аргументов против данного тезиса Уилсона. У неандертальцев имелись своя культура, религия, декоративное искусство, технические усовершенствования орудий труда. — *Примеч. науч. ред.*

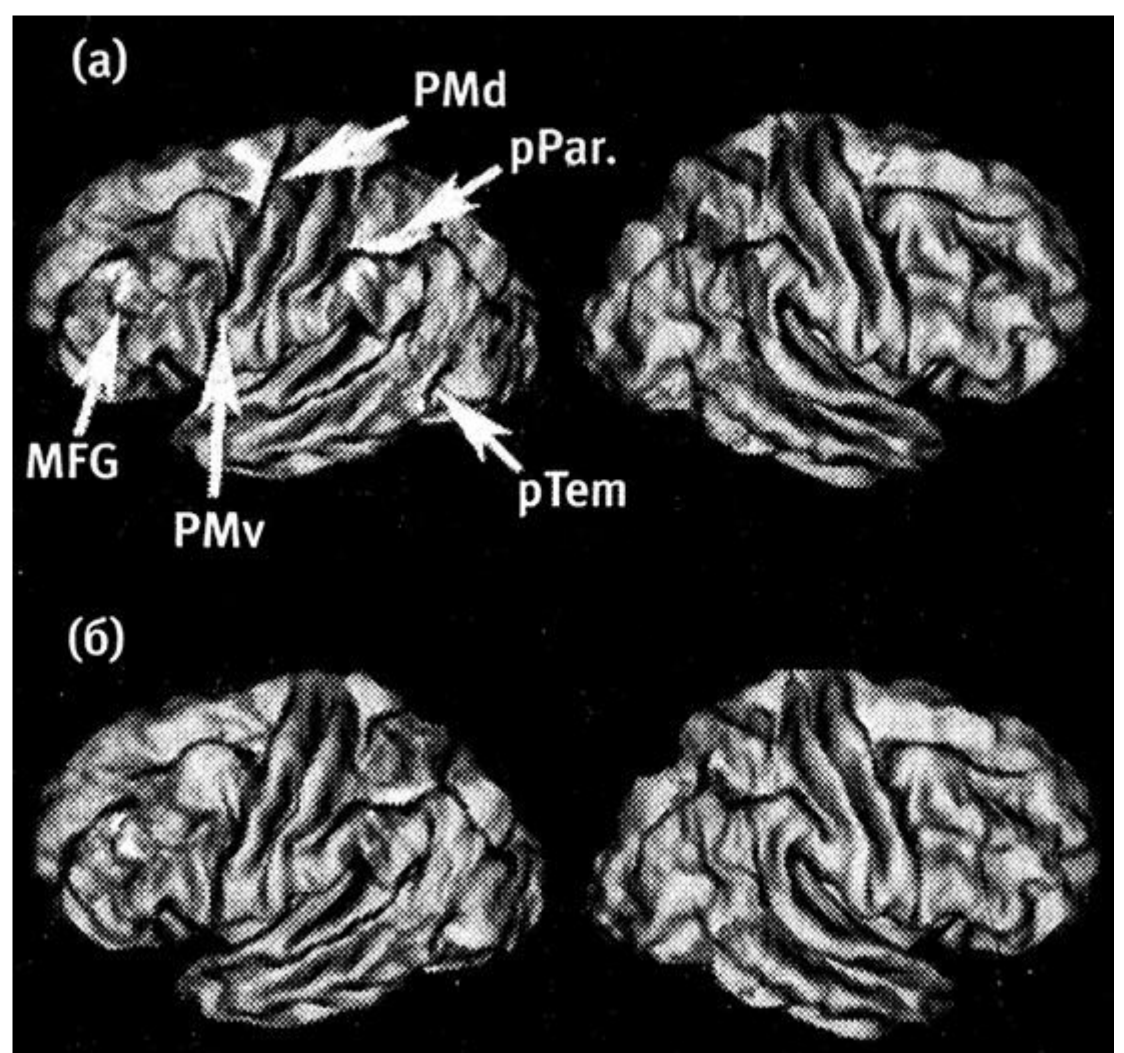


Рис. 21–4. Исключительную сложность человеческого мозга можно представить, посмотрев на эту модель. Фрагмент мозга двухнедельного грызуна размером полмиллиметра на два миллиметра содержит около ста тысяч нервных клеток. Такие базовые модули повторены в человеческом мозге миллионы раз. (Источник: Jonah Lehrer, «Blue brain», Seed, no 14, pp. 72–77 [2008]. Основано на исследовании Henry Markham et al., école Polytechnique Fédérale de Lausanne.)

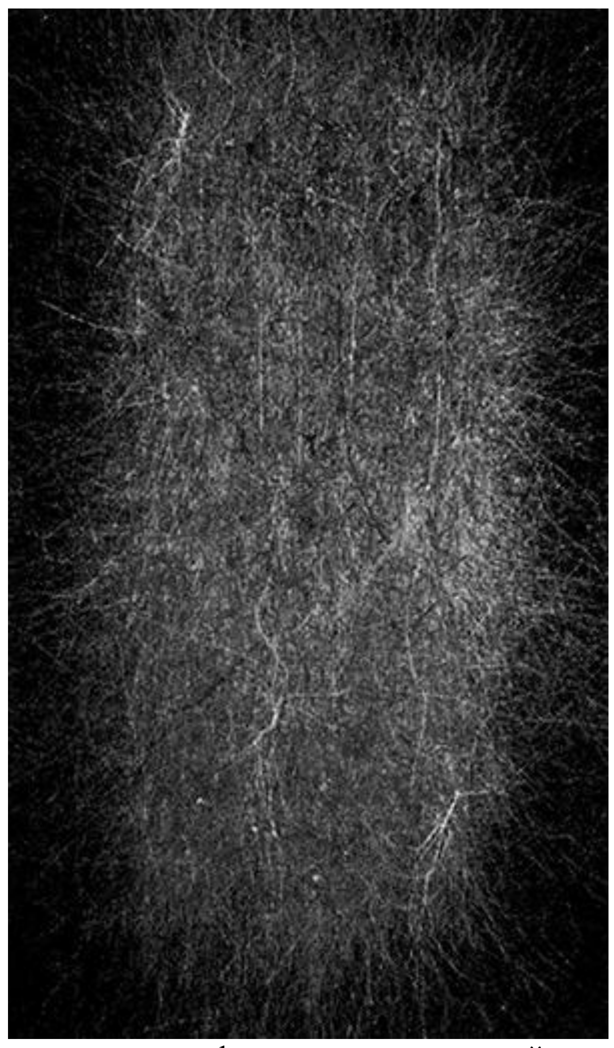


Таблица 21-1. Культуры разных африканских популяций шимпанзе определяются сочетанием поведенческих особенностей, которые шимпанзе перенимают друг у друга. [Основано на обобщениях в статье: Mary Roach, «Almost Human», National Geographic (April 2008), pp. 136–137].

Треугольник Гоуало-уго (Конго)	Нац. Парк Тай (Кот-д'Ивуар)	Гвинея-Биссау	Фонголи (Сенегал)	Ассирик (Сенегал)	Нац. парк Махале, группа М (Танзания)	Нац. парк Махале, группа К (Танзания)	Нац. парк Гомбе (Танзания)	Нац. парк Кибале (Уганда)	Будонго (Уганда)	
-	x	x	x	x	-	-	x	-	-	Используют кам орехов и очистк
x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	Пережевывают л из получившейс
-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	Заходят в воду
x	-	-	x	-	x	x	x	-	-	Достают термит термитников пр
x	x	x	x	?	x	x	x	x	x	Танцуют под до
-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	Бросают камни
-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Охотятся на мел
x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	Обхватывают ру другой особи пр
-	x	-	x	-	x	x	-	x	-	Привлекают вни возникающим п надкусывании с

Рис. 21–5. Культурная революция палеолита разворачивалась в условиях мамонтовых прерий. Участки похожих ландшафтов сохранились, например, в современном Арктическом национальном заповеднике дикой природы. Во время ледникового периода ранние люди, охотившиеся на крупных животных, продвигались по Евразии вдоль южной кромки континентального ледника, постепенно вытесняя неандертальцев. («The Oneiric Autumn». Источник: Arctic Sanctuary: Images of the Arctic National Wildlife Refuge [Fairbanks: University of Alaska Press, 2010], p. 115. Фотографии: Jeff Jones; Текст: Laurie Hoyle.)



С чем был связан этот стремительный взлет? Специалисты сходятся на том, что ключевую роль как до выхода из Африки, так и после него играло увеличение объема долговременной памяти, особенно той ее части, которая могла быть задействована в «оперативную» память. Это привело к появлению способности представлять разные варианты развития событий и быстро планировать стратегию. Движущей силой, которая подвела человека к порогу сложной культуры, по-видимому, был групповой отбор. Группы, члены которых умели угадывать намерения и предсказывать действия соперников и при этом выступали единым фронтом, имели огромное преимущество. Несомненно, соперничество также существовало и внутри группы, приводя к естественному отбору признаков, дающих преимущество одной особи над другой. Однако в условиях колонизации новых местообитаний и стычек с сильными противниками единство и взаимопомощь были гораздо важнее. Мораль, верность, религиозный пыл и боеспособность в сочетании с богатым воображением и отличной памятью — вот что проложило путь к победе.

22. Происхождение языка

Культурный взрыв, на волне которого человечество поднялось к мировому господству, вряд ли был связан с какой-то одной мутацией. Еще менее вероятно, что он был плодом некоего мистического откровения, снизошедшего на наших предков. Не могли стимулировать его и только лишь новые земли с богатыми ресурсами — в распоряжении относительно «непрогрессивных» лошадей, львов и обезьян были те же земли и такие же ресурсы. Скорее всего, дар предельной способности к культуре *Homo sapiens* получил в конце долгого и трудного подъема к поворотной точке своей эволюционной истории, в которой его когнитивные способности достигли критического уровня.

Этот подъем начался в Африке по меньшей мере 2 млн лет назад с возникновением предка *Homo erectus* — *Homo habilis.* Именно тогда начался феноменальный рост переднего мозга, несравнимый ни с каким другим изменением в эволюции животного мира. От какой искры возгорелось это пламя? Человек умелый уже имел все преадаптации к эусоциальности, но то же самое можно сказать и о многих видах австралопитеков. Тем не менее ни один из них не наткнулся на эволюционную дорожку, ведущую к быстрому

увеличению объема мозга. Я считаю, что успех рода *Homo* объясняется наличием критической преадаптации, которая была у всех тех немногих животных, которым удалось перешагнуть порог эусоциальности, от насекомых и ракообразных до голых землекопов. Речь идет об охраняемом гнезде. В тех редких случаях, когда таким колониям удалось обойти одиночных конкурентов, их члены оставались в гнезде, вместо того чтобы расселяться и начинать новый цикл одиночного существования.

Неслучайно, что к моменту возникновения *Homo erectus* (а скорее всего, и раньше, во времена его непосредственного предшественника *Homo habilis*) небольшие группы уже, можно сказать, людей стали собираться на стоянках. Возникновение этих эквивалентов гнезд стало возможным в связи с переходом от вегетарианства к всеядности, в том числе к питанию мясом. Они питались падалью и охотились и со временем стали зависимы от высококалорийной пищи — животной плоти, подвергнутой термической обработке. Археологические свидетельства говорят о том, что люди больше не бродили по обширной территории в поисках плодов и другой растительной пищи, как это делают шимпанзе и гориллы. Теперь они выбирали удобные для обороны места и устраивали на них укрепленные стоянки. Некоторые потом оставались там с детенышами, в то время как другие уходили охотиться. С подчинением огня преимущества такой жизни стали бесспорны.

Тем не менее мясная пища и огонь сами по себе не объясняют быстрого увеличения размеров мозга. Я считаю, что найти недостающее звено поможет нам гипотеза культурной компетентности, которую уже 30 лет разрабатывают в области биологической антропологии Майкл Томаселло и его коллеги.

Эти исследователи указывают, что главное и ключевое различие между когнитивной деятельностью человека и других животных, включая наших ближайших генетических родственников шимпанзе, — это способность к сотрудничеству ради достижения общих целей и реализации общих намерений. Человека отличает интенциональность (или, проще говоря, преднамеренность) его действий, возможная благодаря огромному объему кратковременной памяти. Мы отточили мастерство чтения чужих мыслей и несем пальму первенства в области культурных изобретений. Мы не просто тесно взаимодействуем друг с другом (это делают и другие животные с высокоразвитой общественной организацией) — наше взаимодействие щедро сдобрено неудержимой потребностью в сотрудничестве. Мы умеем выражать свои намерения в соответствии с ситуацией и безошибочно угадываем намерения других. Это открывает нам широкие возможности для тесного и сложного сотрудничества в области изготовления орудий и постройки жилищ, обучения детей, планирования поисков пищи, командных взаимодействий, короче говоря, при выполнении практически всех тех заданий, которые позволяют нам выжить. И охотники-собиратели, и топ-менеджеры с Уолл-стрит, стоит им собраться вместе, начинают сплетничать, «перемывая косточки» соплеменникам или коллегам, оценивая степень их искренности, пытаясь предугадать их намерения. Политики разрабатывают стратегии, полагаясь на свой социальный интеллект. Бизнесмены заключают сделки, основываясь на своих предположениях о замыслах партнеров. Выражению невысказанных намерений посвящена существенная часть изобразительных искусств. Не проходит и дня, чтобы каждый из нас не проявил культурную компетентность хотя бы для того, чтобы в уединении личных мыслей снова и снова проигрывать в мозгу прошлое или репетировать предстоящие события.

Все мы пойманы в сеть общественных взаимодействий. Нам даже трудно представить себе иную среду обитания, чем эти нами же сплетенные тенета сознания; без них мы задохнулись бы, как рыбы без воды. С раннего детства мы стараемся угадывать чужие намерения и готовы к альянсу при малейших признаках общего интереса. В одном показательном эксперименте детям объясняли, как открывать дверцу шкафчика. Потом эту дверцу у них на глазах пытался открыть кто-то из взрослых, притворяясь, что не понимает, как это делается. Дети тут же бросали свои занятия и спешили через всю комнату на помощь. Шимпанзе в таком случае не станут себя утруждать — стремление помочь сородичам понять что-то важное для всех развито у них гораздо менее сильно.

В другом эксперименте одни и те же тесты общего умственного развития были предложены шимпанзе и детям в возрасте двух с половиной лет, то есть до начала систематического обучения. Шимпанзе и дети оказались примерно на равных в решении физических и пространственных задач (связанных, например, с поиском спрятанного, различением количества, пониманием свойств инструментов, использованием палки, для того чтобы дотянуться до предмета). Однако в разнообразных общественных тестах дети значительно опережали шимпанзе. Они выносили больше информации из наглядного показа, лучше понимали подсказки при поиске спрятанного, умели находить цель, следя за взглядом других, и угадывали, что собираются предпринять для решения поставленной задачи другие дети. Складывается впечатление, что успехи человека как вида связаны не с общим повышенным уровнем интеллекта, а с врожденной специализацией на общественных навыках. Сотрудничество, основанное на коммуникации и угадывании намерений, позволяет группам опережать любых, даже очень талантливых одиночек.

Ранние популяции *Homo sapiens* или их непосредственные африканские предки подошли к высочайшему уровню общественного интеллекта, когда приобрели комбинацию трех независимых качеств. У них появилась «общность внимания» — то есть умение обращать внимание преимущественно на один и тот же объект при наблюдении за разворачивающимися событиями. Они приобрели высокий уровень осознания того, что для достижения общей цели (или расстройства планов противника) им нужно действовать сообща. А еще у них начала работать «концепция психического»[26], то есть они осознали, что то, что происходит в голове одного человека, способны понять — и понимают — другие.

После того как эти качества развились в достаточной мере, возникли языки, похожие нате, что преобладают сегодня. Несомненно, это случилось до выхода из Африки, который, напомню, произошел 60 000 лет назад. Расселяющиеся по миру популяции уже в полной мере обладали лингвистическими способностями современных людей и, вероятно, говорили на достаточно сложных языках. Этот вывод основан главным образом на том, что нынешние аборигенные популяции — непосредственные потомки первых колонистов, ныне разбросанные от Африки до Австралии, — обладают как сложнейшими языками, так и умственными качествами, необходимыми для их «изобретения».

Язык стал венцом общественной эволюции человека. Он наделил своего обладателя поистине магической силой. Оказалось, что с помощью произвольных символов и слов можно передать значение и сгенерировать потенциально бесконечное количество сообщений. По большому счету язык позволяет, пусть иногда лишь приблизительно, выразить всё, что можно воспринять чувствами и представить сознанием. Жизненный опыт, переживания, сны, математические теоремы — всё это находит свое выражение в языке. Логично предположить, что не язык создал сознание, а сознание создало язык. Этапы когнитивной эволюции выстраиваются в такую последовательность: тесные социальные взаимодействия в ранних человеческих поселениях — слаженная совместная работа, основанная на растущей способности понимать чужие намерения и действовать сообразно понятому — способность создавать абстракции при взаимодействии с другими людьми и внешним миром — возникновение языка. Возможно, зачатки языка появились как важнейшие ментальные качества, которые сочетались и эволюционировали вместе, взаимно усиливая друг друга. Однако маловероятно, что сначала возник язык, а затем эволюционировали такие качества. Вот что пишут Майкл Томаселло и его коллеги:

> «Язык не первичен; он — производный инструмент. Он опирается на те же когнитивные и общественные навыки, благодаря которым маленькие дети указывают на предметы и показывают их другим, чтобы заявить о чем-то или донести какую-то мысль, чего не делают другие приматы, а также вступают в

[26] «Theory of Mind» — трудный для перевода термин, имеет несколько русскоязычных версий — теория ума или теория разумного, теория или концепция психического. — *Примеч. науч. ред.*

> совместную деятельность и вместе с другими фокусируют внимание на одном и том же предмете — тоже уникальная черта среди приматов. В общем, вопрос можно сформулировать так: что есть язык, если не набор координационных приемов для направления внимания других в нужное русло? Какой смысл несет выражение „язык отвечает за понимание и обмен намерениями“, если, по сути, сама идея лингвистической коммуникации без этих базовых навыков теряет всякую осмысленность? И поэтому, хотя справедливо, что язык представляет собой главное отличие между людьми и другими приматами, мы полагаем, что он является производным уникальных способностей человека угадывать намерения других и сообщать им свои собственные. На этих же способностях основываются другие исключительно человеческие навыки, такие как декларативные жесты, сотрудничество, притворство и обучение, основанное на подражании».

Иногда говорят о языке животных. Чаще всего, наверное, встречается словосочетание «язык пчел». Считается, что пчелиный танец — способ коммуникации посредством абстрактных сигналов. Танцуя на сотах или во время отселения на скоплении тел других рабочих особей, пчела передает информацию. Это верно, что танцующая пчела действительно «сообщает» другим направление и расстояние до объекта, например источника нектара и пыльцы или подходящего места для нового гнезда. Однако она пользуется непреложным кодом, сложившимся, вероятно, миллионы лет назад. Кроме того, в отличие от человеческих слов и предложений, танец не является абстрактным символом. Это как бы инсценировка полета, который приведет другую пчелу к цели. Если танцующая пчела двигается по кругу, это означает, что цель находится рядом с ульем («летайте вокруг гнезда — и тогда найдете то, что ищете»). Виляющий танец, складывающийся из многократно повторяющихся восьмерок, говорит о более далекой цели. Середина восьмерки, что-то вроде греческой буквы 0, указывает направление полета относительно положения солнца, а длина среднего сегмента пропорциональна расстоянию до объекта. Согласен, это впечатляет, но только люди могут сказать, например, так: «Выйдя на улицу, поверните направо, идите прямо до первого перекрестка, перейдите дорогу, а там еще буквально два шага, и будет ресторан… или нет, подождите, он немного подальше, практически на пересечении со следующей улицей».

В отличие от «языка» пчел и других животных, человеческий язык приобрел способность к отвлеченной передаче информации — мы можем говорить о том, чего нет рядом или даже нет вовсе. Просодия речи, акцентирование отдельных слов, ритмизация речевого потока несут дополнительную информацию, позволяя создать настроение, подчеркнуть оттенок смысла, снять двоякость возможного истолкования. Наш язык пронизан иронией, тонкой игрой преувеличений и ложных выпадов, так что значение, которое говорящий вкладывает в высказывание, нередко оказывается прямо противоположным буквальному. Мы умеем ходить окольными путями, наводя собеседника на мысль, но не формулируя ее напрямую и тем самым оставляя себе путь к отступлению. К подобным околичностям относятся вполне откровенные, можно сказать, стандартные предложения заняться сексом («Не хотите ли зайти ко мне посмотреть гравюры?»), вежливые просьбы («Вы не могли бы помочь мне поменять покрышку? Я была бы вам так признательна!»), завуалированные угрозы («Хороший у вас тут магазинчик. Жалко будет, если с ним что-нибудь случится»), предложения взятки («Послушайте, инспектор, а может, можно оплатить штраф прямо сейчас?»), просьбы о благотворительном пожертвовании («Мы надеемся на вашу поддержку»). Согласно Стивену Линкеру и другим исследователям, такая непрямая речь несет двоякую функцию — передать информацию и установить контакт с собеседником.

Язык — сосредоточие человеческого существования, и потому нам важно знать его эволюционную историю. Тут, правда, мы натыкаемся на то досадное обстоятельство, что это не только важнейший, но и самый преходящий из всех артефактов. Первые археологические находки, связанные с языком, относятся ко времени появления письменности, то есть им не

больше пяти тысяч лет. К этому времени все важнейшие генетические изменения, характеризующие *Homo sapiens,* уже произошли и во всех человеческих обществах существовали сложные правила речи.

Тем не менее мы все же можем назвать несколько речевых паттернов, которые, видимо, сложились в процессе эволюции. Один такой след минувшего — смена ролей в процессе разговора. Бытует мнение, что продолжительность пауз между репликами различается у разных народов. Считается, к примеру, что скандинавы делают долгие паузы, прежде чем откликнуться на слова собеседника. А нью-йоркские евреи, по крайней мере в изображении юмористов, наоборот, любят говорить почти одновременно. Однако, когда исследователи измерили разговорные паузы у носителей десяти очень разных языков, выяснилось, что, во-первых, собеседники всегда избегают перекрывания реплик (но не перебивания) и, во-вторых, продолжительность пауз примерно одинакова. С другой стороны, если разговаривают носители разных языков, продолжительность пауз действительно сильно варьирует, что связано с усилиями, которые участники разговора прилагают к тому, чтобы понять значение слов и намерение собеседника. Этот вполне предсказуемый эффект, вероятно, и лежит в основе представления о том, что разные народы отличаются по темпу разговора.

Еще один недавно описанный рудимент ранней лингвистической эволюции — это невербальные вокализации. Эти звуки, выражающие эмоции без слов, вероятно, древнее, чем язык. Выяснилось, например, что вокализации, выражающие отрицательные эмоции (гнев, недоверие, страх, печаль), совпадают у носителей английского языка и языка химба, на котором говорят в отдаленных и культурно изолированных поселениях на севере Намибии. При этом невербальные вокализации, передающие положительные эмоции (гордость собой, приятное удивление, чувственное удовольствие, облегчение), не совпадают. С чем связано такое различие, непонятно.

Однако фундаментальным вопросом, затрагивающим происхождение языка, являются не разговорные паузы и невербальные вокализации, а грамматика. Выучиваем ли мы порядок соединения слов и фраз или же он в той или иной степени заложен в нас? В 1959 году эта тема стала предметом исторической полемики между Б. Ф. Скиннером и Ноамом Хомским. Полем для нее послужил опубликованный Хомским длинный обзор книги Скиннера «Вербальное поведение» (1957). В ней основатель бихевиоризма утверждал, что человек выучивает язык с нуля. Хомский оспаривал это утверждение. Он говорил, что за короткое время, отведенное на это ребенку, выучить язык с нуля невозможно. Сначала казалось, что победителем в споре вышел Хомский. Впоследствии он закрепил успех, сформулировав серию правил, которым, по его мнению, спонтанно следует развивающийся мозг. Эти правила, однако, были представлены в крайне неудобоваримой форме. Приведу один особенно выразительный пример.

> «Суммируя, мы приходим к следующим заключениям при допущении того, что след категории нулевого уровня должен быть надлежащим образом управляем.
>
> 1. VP является α-маркированной финитной формой (I).
>
> 2. Только лексические категории являются L-маркерами, поэтому VP не L-маркирована I.
>
> 3. α-управление ограничено тесным родством без качественного определения (35).
>
> 4. Только в терминале Xo-цепочки можно α-маркировать или маркировать по падежу.
>
> 5. Перемещение типа „вершина к вершине“ формирует A-цепочку.
>
> 6. Согласование вершины-спецификатора и цепочек требует той же индексации.
>
> 7. Совместная индексация цепочек удерживается в рамках протяженной цепочки.
>
> 8. Не существует даже случайной совместной индексации I.
>
> 9. Совместная индексация I–V является формой согласования типа „вершина

к вершине“; если оно ограничено видовыми глаголами, то порождаемые основой структуры формы (174) расцениваются как союзные структуры.

10. Вероятно, глагол ненадлежащим образом управляет своим α-маркированным дополнением»[27].

Эти, как казалось тогда, сокровенные прозрения в механизм работы мозга предоставили ученым богатую пищу для размышлений. (В 1970-е годы немало поломал над ними голову и я.) Глубинная, или, как ее еще называли, универсальная, грамматика стала излюбленным предметом салонных умствований и популярной темой студенческих семинаров. Долгое время Хомский оставался на коне, хотя бы потому, что почти никому не удавалось не то что оспорить, но и просто понять его.

В конце концов некоторые особо дотошные умы все-таки «перевели» идеи Хомского и его последователей на понятный всем язык. Одна из самых доступных и доброжелательных популяризаций — бестселлер Стивена Линкера «Язык как инстинкт» (1994).

Однако даже после расшифровки загадочных постулатов Хомского вопрос о том, существует ли универсальная грамматика на самом деле, оставался открытым. Несомненно, что существует невероятно мощный инстинкт, побуждающий к изучению языка. Есть также крайне чувствительный период когнитивного развития ребенка, когда обучение идет быстрее всего. На самом деле ребенок, словно охваченный неудержимым стремлением, овладевает языком настолько быстро, что, возможно, доводы Скиннера не стоит просто так сбрасывать со счетов. Не исключено, что в определенный период раннего детства способность запоминать слова и усваивать их порядок настолько эффективна, что специальный модуль мозга, ответственный за грамматику, просто не нужен.

Собственно говоря, экспериментальные и полевые языковые исследования последних лет действительно подводят нас к отличному от «глубинной грамматики» взгляду на эволюцию языка. Этот альтернативный подход допускает существование эпигенетических правил, подталкивающих эволюцию языков конкретных культур в определенном направлении. Однако устанавливаемые этими правилами ограничения очень широки. Вот что говорит Дэниэл Неттл, психолог и философ, об этом новом подходе и открывающихся в этой связи перспективах лингвистических исследований:

> «Все человеческие языки выполняют одну и ту же функцию, и набор различий, которые они используют для этого, скорее всего, очень сильно ограничен. Эти ограничения проистекают из универсальной архитектуры человеческого сознания, которое влияет на языковую форму тем, как оно слышит, выражает, запоминает и учится. Однако в пределах этих ограничений остается широкий простор для изменчивости от языка к языку. Варьировать может, например, типичный порядок основных категорий — подлежащего, глагола и дополнения. Некоторые языки выражают грамматические отличия главным образом синтаксическими средствами или словесной комбинаторикой, в то время как другие полагаются прежде всего на морфологию или внутренние изменения слов».

На данный момент перед лингвистикой открывается несколько новых направлений, позволяющих глубже проникнуть в загадку языка. Они уводят эту науку от созерцания бесплодных диаграмм, подталкивая ее ближе к биологии. Одно из этих направлений — исследование того, как окружающая среда расширяет или сужает рамки эволюции языка (за счет генетической эволюции, культурной эволюции или их сочетания). Простейший пример: языки, возникавшие в местах с теплым климатом, более звучные, в них больше гласных и меньше согласных. Эта тенденция может объясняться очень просто — акустической

---

[27] Цитата из работы Ноама Хомского приводится по книге Стивена Линкера «Язык как инстинкт» (русский перевод Е. В. Кайдаловой).

эффективностью. Звонкие звуки разносятся дальше, а там, где тепло, люди проводят много времени вне жилищ и часто переговариваются на большом расстоянии.

Возможно, один из факторов, обусловливающих разнообразие языков, имеет генетическую природу. Было показано, что географическое распределение использования основного тона голоса (для передачи грамматического и лексического значения) коррелирует с распределением частот генов ASPM and *Microcephalin,* отвечающих именно за эти тона.

Ключевые свойства сознания, направлявшие эволюцию языка, почти наверняка появились раньше, чем сам язык. Полагают, что их истоки находятся в ранней, более фундаментальной архитектуре когнитивной деятельности. В молодых языках, например креольском и пиджин-инглиш, а также в повсеместно используемых языках жестов, отмечена вариабельность порядка слов, что свидетельствует о гибкости в развитии синтаксиса. Конечно, синтаксис этих языков мог претерпеть влияние обычных языков, но по крайней мере в одном случае такое влияние можно исключить. Речь идет о языке жестов бедуинов Аль-Сайид. Эта изолированная эндогамная группа проживает в районе Негев (Израиль). Она была основана примерно 200 лет, то есть семь поколений, назад и ныне насчитывает примерно 3500 человек. Ее отличительной особенностью является высокая встречаемость полной доречевой врожденной глухоты, связанной с рецессивным геном на хромосоме 13q12. За последние три поколения в ней родилось около 150 глухих (все они — потомки двух из пяти сыновей основателей группы). Они прекрасно интегрированы в жизнь группы и общаются как между собой, так и со слышащими членами сообщества, на особом жестовом языке, сложившемся за последние 70 лет. Было показано, что этот язык имеет систематическую грамматическую структуру, позволяющую выразить грамматические отношения между элементами посредством строгих вариантов порядка слов. Эти варианты не имеют аналогов ни среди обычных языков, на которых говорят в этом сообществе, ни среди знаковых языков, используемых в этом географическом районе. Следовательно, можно считать, что эти грамматические структуры появились независимо в пределах нового языка.

Естественная изменчивость грамматики была продемонстрирована в одном исследовании, где последовательность действий испытуемых сравнили с порядком слов в предложениях, описывающих их деятельность. Так, носителей четырех языков (английский, турецкий, испанский и китайский) просили описать событие словами и реконструировать его при помощи картинок. При невербальной коммуникации испытуемые использовали одну и ту же последовательность: «агенс-пациенс-действие» или проще «кто действует по отношению к кому-что за действие». Это соответствует порядку слов «подлежащее-дополнение-сказуемое». Примерно так люди *думают* о действии. Однако при вербальной коммуникации на своем языке такой порядок использовался далеко не всегда. Порядок слов «подлежащее-дополнение-сказуемое» встречается во многих языках, в том числе в развивающихся языках жестов. Это наводит на мысль, что в глубине нашей когнитивной структуры заложено склоняющее к нему эпигенетическое правило. Однако грамматика конкретного языка, то есть конечный результат, очень вариабельна, и ее нужно выучить. Таким образом, и Скиннер, и Хомский были отчасти правы, но Скиннер был все-таки несколько ближе к истине.

Множественность путей эволюции элементарного синтаксиса заставляет полагать, что обучение языку у конкретного индивидуума диктуется лишь малым числом генетических правил. Возможно даже, что их нет вообще. Вероятную причину прояснили Ник Чейтер и его коллеги в своих последних математических моделях генно-культурной эволюции. Она заключается в том, что стремительно меняющаяся языковая среда просто недостаточно стабильна для естественного отбора. Изменения языка из поколения в поколение и от культуры к культуре не оставляют времени для генетической эволюции. Именно поэтому произвольные свойства языка, включая такие абстрактные синтаксические принципы, как структурирование фраз, маркирование падежей и согласование, не были встроены эволюцией в специальный «языковой модуль» мозга. Исследователи приходят к выводу, что *«генетическая основа овладения языком не эволюционировала вместе с языком, а в основном*

предшествовала его появлению. Как предполагал еще Дарвин, соответствие между языком и механизмами, на которых он основан, возникло потому, что в процессе эволюции язык приспосабливался к человеческому мозгу, а не наоборот».

Думаю, не будет натяжкой добавить: то, что естественный отбор не сумел создать независимую универсальную грамматику, сыграло важнейшую роль в возникновении культурного многообразия и привело благодаря сложившейся таким образом гибкости и изобретательности к расцвету человеческого гения.

23. Эволюция культурной вариативности

Понимание процесса генно-культурной коэволюции — воздействия генов на культуру и культуры на гены — в равной мере важно для естественных, общественных и гуманитарных наук. Его изучение открывает возможность стянуть эти области науки сетью причинных объяснений.

Если это утверждение кажется вам смелым, давайте подумаем о культурной вариативности человеческих обществ. Многие полагают, что если два общества характеризуются двумя разными культурными признаками в одной и той же категории — например, моногамия в противоположность полигамии или воинственная политика в противоположность миролюбивой, — то такая вариативность, и даже сама категория, порождены исключительно культурой, а гены не имеют к ней никакого отношения.

Это поспешное мнение как раз и проистекает от недопонимания взаимоотношений между генами и культурой. Гены предписывают или помогают предписывать не один признак в противоположность другому, а частоты признаков и характер их распределения, складывающийся при определенных культурных обстоятельствах. Экспрессия генов может быть пластичной, и тогда в конкретном обществе могут устояться один или несколько признаков из ряда возможных. Но она может и не быть пластичной, и тогда все общества автоматически «выберут» один и тот же признак.

Давайте вспомним известный пример разной пластичности анатомических признаков. Гены, отвечающие за развитие дактилоскопического узора на пальцах, характеризуются очень пластичной экспрессией, и число вариантов огромно. Нет двух людей с абсолютно идентичными отпечатками пальцев. Напротив, гены, отвечающие за число пальцев на одной руке, экспрессируются очень жестко. Пальцев всегда пять. Только серьезнейшее нарушение развития или генная мутация может привести к какому-то другому варианту.

Пластичность культурных признаков тоже варьирует. Скажем, обычай придерживаться определенной манеры одеваться (от набедренной повязки до фрака) имеет генетическую основу. Однако пластичность экспрессии отвечающих за это генов исключительно велика (хотя и далеко не бесконечна), и на протяжении жизни люди успевают перебрать от пары-тройки до нескольких сотен фасонов. Генетически обусловлено и отношение к инцесту, но этот признак имеет низкую пластичность, и в подавляющем большинстве обществ люди, выросшие при нормальных условиях, инстинктивно избегают кровосмешения. (Напомню, это связано с эффектом Вестермарка — воспитывавшиеся вместе дети противоположного пола, вырастая, оказываются психологически не способны вступать в сексуальные связи друг с другом.)

Исследования в области биологии развития показали, что естественный отбор действует не только на наличие или отсутствие определенных генов, но и на степень пластичности их экспрессии. Успех человека как члена общества зависит в том числе и от следования принятой моде в одежде, а также корректного использования знаков различия общественного положения, статуса и рода занятий. В простых обществах, а именно они преобладали на протяжении человеческой эволюции, это имело даже большее значение, чем сейчас, а иногда было вопросом жизни и смерти. Непреходящее значение имел и эффект Вестермарка, закладывающий в людях автоматическую защиту от пагубных последствий инцеста.

И общества в целом, и все их члены играют в игру под названием «генетическая приспособленность». Ее правила сложились за время существования бесчисленных поколений под действием генно-культурной коэволюции. Если правило непреложно, например инцест приводит к вырождению, то возможен ход только на одну клетку; в данном случае на ней написано «скрещивание неродственных особей». Однако если какой-то аспект окружающей среды непредсказуем, игрок поступит мудро, если, сделав ставку на пластичность, прибегнет к смешанной стратегии. Тогда, если один признак или вариант реакции не сработает, он сможет переключиться на другой вариант в пределах генетического репертуара. Конечно, степень пластичности признаков или вариантов поведения зависит не от сознательного решения индивида, основанного на осознании последствий, а оттого, в какой мере эти признаки или варианты испытывали на себе давление генно-культурной коэволюции в прошлых поколениях.

Уже в 1970-х годах биологи начали догадываться о существовании генетических процессов, которые, скорее всего, приводят в действие эволюцию пластичности. Есть основания полагать, что мутации белок-кодирующих генов, коренным образом меняющие аминокислотную последовательность, здесь ни при чем. Эволюция пластичности, вероятно, связана с изменениями регуляторных генов, определяющих скорость и условия синтеза белков. На первый взгляд может показаться сомнительным, что столь важный процесс связан с мелкими модификациями регуляторных генов, но на самом деле такие изменения способны оказывать большое влияние как на анатомические пропорции, так и на физиологическую активность. Кроме того, они могут прицельно действовать на определенные части тела и физиологические процессы, а также программировать избирательную чувствительность к определенным стимулам, влияющим на развивающийся организм, в результате чего складываются варианты, лучше всего подходящие к определенным условиям среды. Наконец, по сравнению с мутациями генов, кодирующих белки, мутации регуляторных генов, влияющие на взаимодействия в процессе развития, реже оказываются вредными. Они не приводят к образованию новых белков и, следовательно, появлению новых структур или вариантов поведения. Это, скорее всего, привело бы к существенным нарушениям развития других частей организма. Мутации регуляторных генов приводят к изменениям количеств существующих белков, делая возможными тонкие изменения уже имеющихся структур и поведенческих вариантов.

Ярчайший пример эволюции адаптивной пластичности мы наблюдаем у муравьев и других общественных насекомых. Рабочие обитатели муравейников или термитников часто настолько отличаются внешне, что нетрудно решить, что они принадлежат к разным видам. На самом деле в колониях, возникших в результате спаривания одной царицы с одним самцом, все касты одного пола почти идентичны с генетической точки зрения. Анатомические и поведенческие различия между особями связаны с тем, что на ранних этапах развития им давали больше или меньше пищи; соответственно, они становились крупными или мелкими взрослыми. Кроме того, разные ткани незрелых особей растут с разной скоростью, поэтому крупные и мелкие взрослые также имеют разные пропорции тела. Незрелые особи также чувствительны к феромонам, сигнализирующим о численности взрослых обитателей колонии; эти феромоны диктуют направление их развития и окончательный размер. И это лишь некоторые из факторов, влияющих на кастовую структуру колонии. Каждая каста на протяжении всей своей жизни выполняет в колонии определенную трудовую роль. В результате колония, будучи почти однородной генетически, может содержать неплодных маток, мелких рабочих муравьев и гигантских большеголовых солдат.

Как наглядно показывает нам пример муравьев, «лепка» каст из генетически пластичного материала — лишь одна из многих составляющих сложного процесса «адаптивной демографии». Касты не только специализируются на определенной трудовой роли, но и формируются с определенной частотой, отражающей их естественную смертность, чтобы соотношение каст оставалось оптимальным для всей колонии. Например,

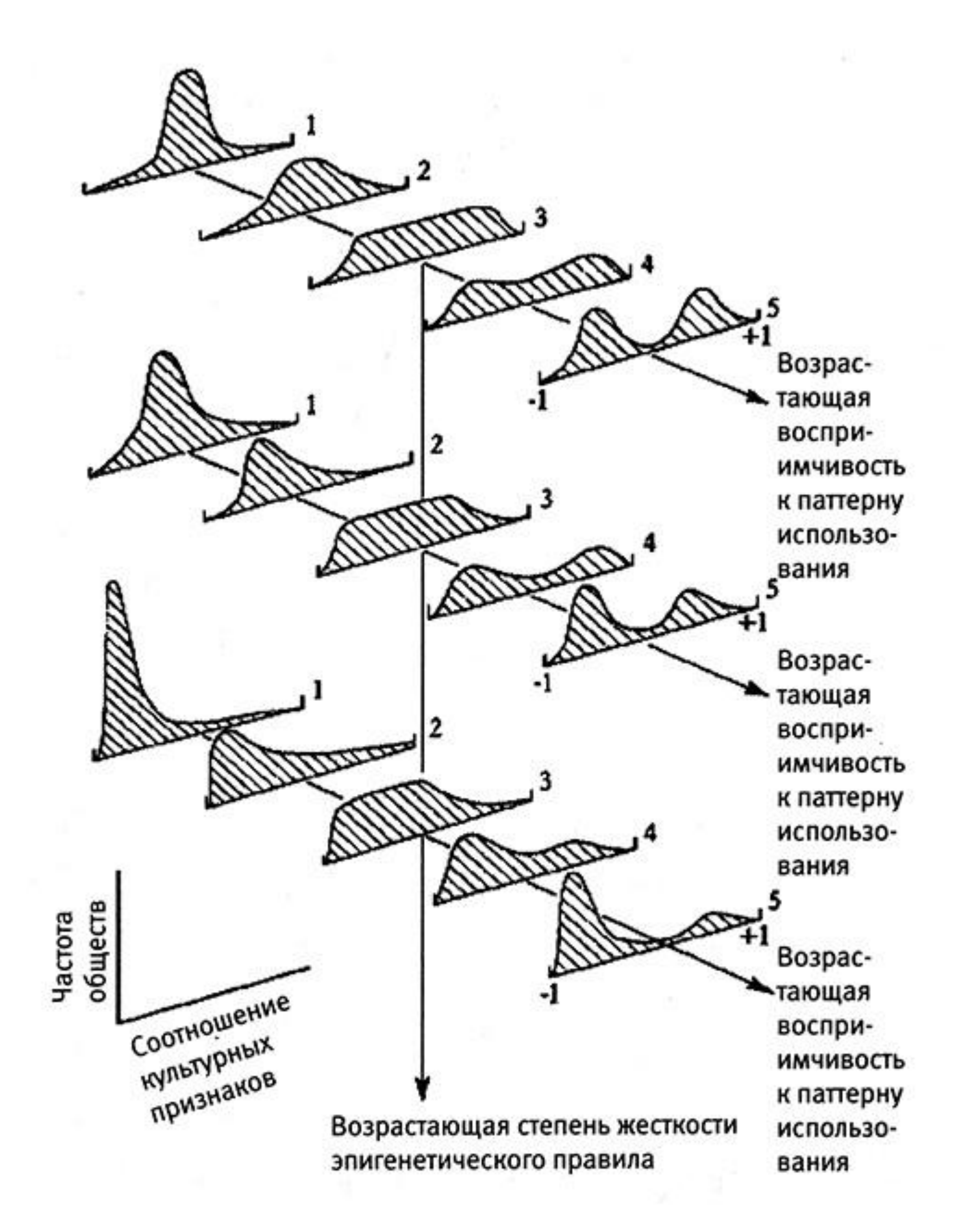
«производственный риск» крупных рабочих муравьев-листорезов, строящих гнездо и защищающих колонию от врагов, значительно выше, чем у мелких рабочих особей, которые в основном ухаживают за потомством. Соответственно, и темпы воспроизводства крупных рабочих особей выше. Таким образом, соотношение между численностью этих двух каст поддерживается на более или менее оптимальном для колонии уровне.

Культурная вариативность у человека определяется в основном двумя характеристиками общественного поведения. Обе они подвержены эволюции путем естественного отбора. Первая характеристика — это степень жесткости эпигенетического правила (очень низкая в случае манеры одеваться, очень высокая в случае избегания инцеста). Вторая характеристика — склонность членов общества, где появился какой-то признак, подражать тем, у кого он есть («восприимчивость к паттерну использования»).

Ребус «гены или культура» проиллюстрирован на рис. 23–1. Чтобы разгадать его, обратите внимание, что три ряда культурных категорий отличаются генетически. Выберите один ряд. Серия графиков с первого по пятый отражает влияние склонности подражать другим. Поставьте две точки под двумя вершинами пятого графика. Пусть они представляют два общества. Они «выбрали» разные культурные признаки, хотя на их «выбор» влияли одни и те же характеристики — эпигенетические правила и склонность к подражательству. Обе характеристики сформировались в процессе взаимодействия эволюции генов и эволюции культуры.

Хитросплетения генно-культурной коэволюции имеют фундаментальное значение для понимания человеческой природы. Они крайне сложны и сначала могут показаться странными, ведь мы не привыкли думать в этом ключе. Однако, если, руководствуясь эволюционной теорией, использовать для анализа правильные критерии и методы, эти хитросплетения все же можно разложить на доступные пониманию составляющие.

Рис. 23–1. Эволюция культурной вариативности на простейшем примере двух признаков, принадлежащих к одной и тоже культурной категории (например, избегание инцеста и манера одеваться. Вариативность выражается через число обществ, выбирающих один из двух признаков в трех культурных категориях (сверху вниз). Склонность имитировать других в данном случае выражена как «восприимчивость к паттерну использования». (Источник: математическая модель, предложенная в работе: Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, «Translation of epigenetic rules of individual behavior into ethnographic patterns», Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A. 77(7): 4382–4386 [1980] (с изменениями); см. также: Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, Genes, Mind, and Culture: The Coevolutionary Process [Cambridge, MA: Harvard University Press, 1981], p. 130.)



24. Истоки морали и чести

Каков человек по своей природе — праведный, но легко поддающийся искушениям сил зла, или порочный, но поддающийся исправлению силами добра? И то и другое. И так будет всегда, если только мы не изменим наши гены, потому что противостояние «лучших» и «худших» сторон человеческой натуры предопределено эволюционной историей и, следовательно, является ее неизменной частью. Как отдельные люди, так и общественные порядки по определению несовершенны — и это хорошо. В постоянно меняющемся мире нам нужна гибкость, проистекающая из несовершенства.

Вечная дилемма добра и зла сложилась под действием многоуровневого отбора, в процессе которого на одного и того же человека одновременно действуют, как правило, разнонаправленные силы — индивидуальный отбор и групповой отбор. Индивидуальный отбор — результат борьбы за выживание и конкуренции за размножение в пределах группы. Он создает эгоистичные инстинкты. Групповой отбор — результат конкуренции между обществами, которая может выражаться как в конфликтах, так и в разном умении эксплуатировать ресурсы окружающей среды. Он создает инстинкты, которые заставляют людей проявлять альтруизм к членам своей (но не чужой) группы. Многое из того, что мы

называем грехом, — следствие индивидуального отбора, в то время как добродетель по большей части — следствие группового отбора. Сойдясь вместе, эти две силы и стали причиной вечной борьбы добра со злом в человеческой душе.

Строго говоря, индивидуальный отбор приводит к неодинаковым продолжительности жизни и плодовитости особей, что является следствием конкуренции с другими членами группы. Групповой же отбор проявляется в дифференциальной «продолжительности жизни» и «плодовитости» генов, которые определяют признаки, отвечающие за взаимодействие между членами группы, а возникают такие гены в процессе соперничества с другими группами.

Подробно описать эту закваску, вызывающую вечное духовное брожение, — дело общественных и гуманитарных наук. Задача естественных наук — понять, что она собой представляет, и тем самым открыть путь к гармонии между разными областями знания. Общественные и гуманитарные науки изучают внешние проявления человеческих мыслей и чувств. Для самопознания человека они имеют такое же значение, какое описательное естествознание имеет для биологии в целом. Они описывают чувства и поступки, выявляют репрезентативные темы бесконечных перипетий человеческих взаимоотношений. Все это, однако, замкнуто в себе. Это связано с тем, что мыслями и чувствами правит человеческая природа, а она тоже замкнута в себе. Она — лишь одна из многих возможных. То, что мы имеем, — итог во многом случайного пути, который прошли наши предки за миллионы лет. Понять, что человеческая природа — продукт этой эволюционной траектории, означает добраться до первопричин наших мыслей и чувств. Сложив вместе непосредственные причины и первопричины, мы найдем ключик к шкатулке самопознания и, наконец, сможем разомкнуть круг и посмотреть на себя со стороны.

В поисках этих первопричин следует помнить, что разграничение между уровнями естественного отбора применительно к человеческому поведению достаточно условно. Эгоизм и даже возникающий под действием родственного отбора непотизм, если они идут рука об руку с изобретательностью и предприимчивостью, могут способствовать общим интересам. Наверняка уже тогда, когда эволюция наносила последние штрихи к когнитивному портрету человека (то есть до выхода из Африки около 60 000 лет назад и сразу после него), в человеческом обществе существовали влиятельные семьи — первобытные аналоги Медичи, Карнеги и Рокфеллеров. Их стремление обеспечить главенствующее положение себе и родственникам приносило пользу обществу в целом. С другой стороны, и групповой отбор не всегда действует во вред конкретной особи. За выдающиеся заслуги перед племенем человек мог получать высокий статус и привилегии, способствующие распространению его генов.

Тем не менее в общественной эволюции есть железное правило: эгоисты побеждают альтруистов, но группы альтруистов побеждают группы эгоистов. Победа никогда не является абсолютной — чаши весов, на которых лежат силы отбора, не могут прийти в крайнее положение. Торжество индивидуального отбора привело бы к распаду обществ, торжество группового отбора — к появлению человеческих муравейников.

Каждый член общества несет гены, на продукты которых действует индивидуальный отбор, а также гены, на продукты которых действует групповой отбор. Каждый человек связан с другими членами группы сетью общественных взаимодействий. От них в какой-то мере зависит, сможет ли он выжить и размножиться. Родство влияет на структуру сети, но не является ключом к ее эволюционной динамике (что бы ни утверждали сторонники теории совокупной приспособленности). Ключевую роль играет наследуемая склонность к бесчисленным взаимодействиям — дружбе и предательству, образованию союзов, обмену информацией, взаимным одолжениям, короче говоря, всему тому, из чего складывается повседневная общественная жизнь.

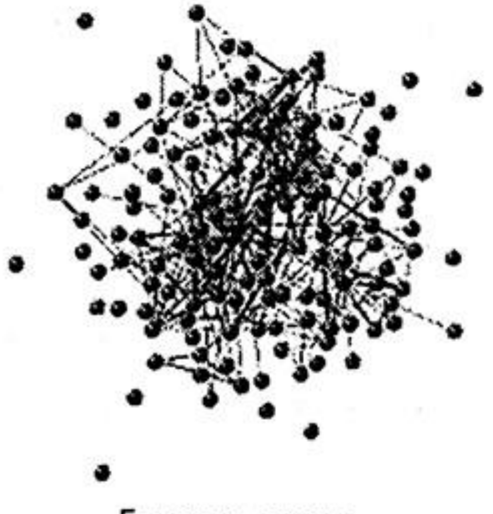
В доисторические времена, когда человечество оттачивало свое когнитивное мастерство, общественная сеть человека совпадала с сетью его общины. Люди жили разбросанными группками, насчитывавшими не больше сотни членов (чаще всего, вероятно,

их было около тридцати). Они были знакомы с соседями и, если судить по современным охотникам-собирателям, могли образовывать союзы. Межгрупповое взаимодействие выражалось в торговле, обмене молодыми женщинами для экзогамных браков, а также в соперничестве и мести. Но главное место в общественной жизни человека занимала его группа, сплоченная связующей силой общественных взаимодействий.

С наступлением неолита (около 10 000 лет назад) характер общественных сетей коренным образом изменился. Появились первые деревни, затем вождества. Сначала они увеличивались в размерах, а потом распадались на части. Эти части перекрывались, или выстраивались в иерархии, или теряли связь друг с другом. В общественном сознании конкретного человека складывались калейдоскопические узоры из родственников, единоверцев, коллег по трудовой деятельности, друзей и чужаков. Общественное существование стало менее устойчивым. В современных промышленно развитых странах социальные сети усложнились до невозможности, вконец сбив с толку наше по сути все еще палеолитическое сознание. Инстинктивно мы не готовы к цивилизации. Мы жаждем принадлежать к маленькой, сплоченной общине, какие преобладали на протяжении сотен тысяч лет нашей предыстории.

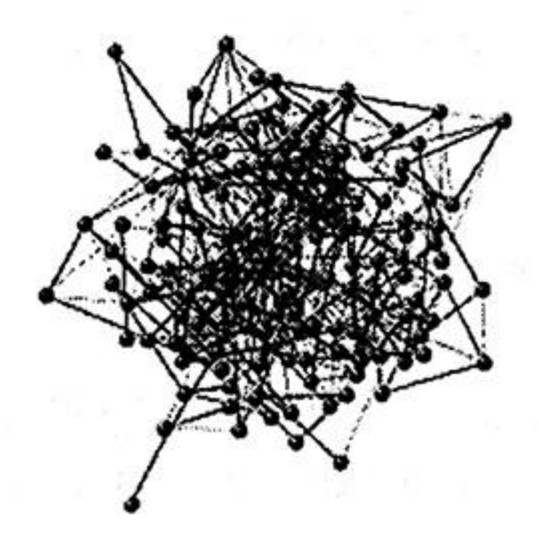
Современная жизнь вносит разлад в мощнейшее стремление человека — стремление влиться в сообщество. Это побуждение, или, лучше сказать, настоятельную потребность, мы унаследовали от очень дальних предков. Человек — безнадежно племенное существо. Удовлетворить эту потребность можно по-разному (вариантов бесчисленное множество) — в кругу семьи, в этнической или религиозной общине, в политической партии, в клубе по интересам. В любой такой группе человек столкнется с соперничеством за более высокое положение, но также найдет доверие и единство — «фирменные знаки» группового отбора. Переизбыток перекрывающихся и постоянно меняющихся групп заставляет нас нервничать. Нам очень хотелось бы знать наверняка, какой же из них мы должны присягнуть на верность?

Рис. 24–1. Взаимосвязи в современном обществе гораздо обширнее и противоречивее, чем когда-либо раньше. На рисунке показаны социальные сети 140 студентов университета. Последний качественный скачок произошел с развитием Интернета и появлением таких социальных сетей, как, например, Фейсбук. (Источник: Nicholas Christakis and James M. Fowler, Connected: The Surprising Power of Our Social Networks [New York: Little, Brown, 2009].)

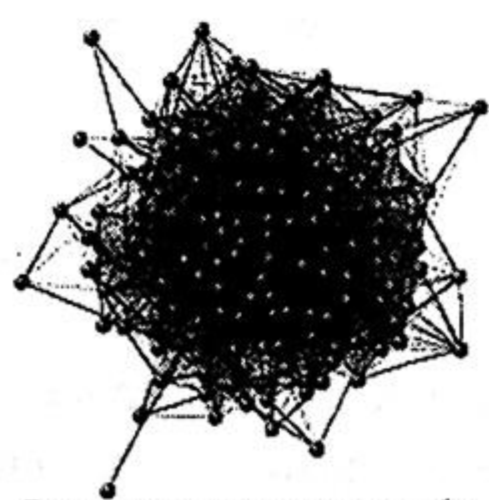


Близкие друзья

Близкие друзья и члены клуба



Близкие друзья, члены клуба и соседи по комнате в общежитии



Близкие друзья, члены клуба, соседи по комнате в общежитии и друзья в Фейсбуке

Пока мы так мучаемся, нами правят инстинкты, запутывая нас еще больше. Однако некоторые из них, если мы мудро последуем их велениям, могут нас спасти. Например, в нас заложена инстинктивная способность к сопереживанию. Мы можем, уже замахнувшись, сдержаться и не нанести удар. За последнее время проведено немало исследований, проливающих свет на функционирование моральных побуждений в мозге. Была сделана многообещающая попытка объяснить «золотое правило» нравственности — возможно, единственную заповедь, которую мы находим во всех организованных религиях. Оно лежит в основе всех этических рассуждений. Когда великого законоучителя и философа рабби Гиллеля попросили объяснить Тору за то время, пока он стоит на одной ноге, он ответил: «То, что ненавистно тебе, не делай другому, — в этом вся Тора. Остальное — комментарии».

То же самое можно было бы выразить словосочетанием «принудительное сопереживание». Оно означает, что люди, за исключением психопатов, автоматически чувствуют боль других. Как утверждает Дональд Пфафф в книге «Нейробиологические основы честной игры», мозг не просто состоит из разных отделов — в нем нередко протекают разнонаправленные процессы. Ученые все лучше понимают молекулярные и клеточные основы первобытного страха — реакции, возникающей под действием определенных стимулов. Когда есть предпосылки к альтруистическому поведению, его

уравновешивает автоматическое «выключение» вызывающих страх мыслей. На фоне этой стычки двух процессов индивид, уже настроившийся враждебно и готовый к насилию, психологически «теряет» себя, отчасти отождествляясь с противником.

Мозг двуликого Януса, которым является наш вид, представляет собой сложнейшую высокоорганизованную систему нейронов, гормонов и нейротрансмедиаторов. Процессы, которые она генерирует, могут в зависимости от ситуации подхлестывать или же гасить друг друга.

Страх — это в том числе и поток импульсов через миндалевидное тело, которое содержит связи с нервными цепями, отвечающими одновременно за страх, память о страхе и подавление страха. Сигналы, проходящие по этим связям, соединяются и проходят в другие части переднего и среднего мозга. По-видимому, в то время как миндалевидное тело является источником страха как простой эмоции, более сложные чувства боязни перед конкретным человеком или объектом проистекают из центров обработки информации в коре головного мозга.

Еще одно подтверждение автоматического характера подавления страха и гнева обнаружено в нервных цепях передней поясной коры и островка, опосредующих эмоциональную реакцию на чувство боли. Выяснилось, что эти нервные цепи опосредуют не только реакцию на собственную боль, но и восприятие боли другого человека.

Пфафф — серьезный и выдающийся ученый — не спешит делать далеко идущие выводы из подобных фрагментов новейших исследований. Однако и он счел нужным сформулировать рабочую гипотезу, объясняющую это столь важное для понимания человеческого поведения явление. Практически бесконечный репертуар этически приемлемых поведенческих вариантов можно объяснить встроенным в мозговые цепи процессом размывания. Запускать его могут самые разные эмоции — страх, стресс или что-то иное. Для наглядности Пфафф приводит такой воображаемый пример:

> «Эта теория состоит из четырех этапов. На **первом** этапе некто размышляет о том, не предпринять ли какое-то действие в отношении другого. Например, у мисс Эббот возникло желание ударить мистера Бессера ножом в живот. Прежде чем привести его в исполнение, мисс Эббот, как это свойственно людям, мысленно представляет себе развитие событий. Последствия, которые ее действия будут иметь для другого индивида, мисс Эббот — потенциальный субъект действия — способна понять, предвидеть и запомнить. На **втором** этапе мисс Эббот представляет себе объект действия — мистера Бессера. Наступает **третий,** критический этап — **размывание** границы между другим и собой. Мисс Эббот уже не видит перед собой истекающего кровью мистера Бессера с зияющей раной в животе. Она теряет представление о **ментальной и эмоциональной разнице** между своей и чужой кровью, своим и чужим животом. **Четвертый** этап — принятие решения. Мисс Эббот теперь вряд ли ударит ножом мистера Бессера, потому что его страх стал ее страхом (или, если точнее, она отчасти разделяет страх, который испытывал бы мистер Бессер, знай он о ее зловещих планах).
>
> Такое объяснение процесса принятия этического решения имеет один очень привлекательный для нейробиолога аспект: оно предполагает только потерю, а не приобретение или хранение информации. Усвоение и запоминание новой информации — сознательные и трудоемкие процессы, а вот ее **потеря,** по-видимому, не требует ни малейших усилий. Размывание границ личности, необходимость которого предполагает эта теория, можно объяснить гашением какого-либо из многих механизмов памяти. В приведенном выше случае с мисс Эббот и мистером Бессером потенциальный агрессор, на время поставив себя на место жертвы, испытал размывание границ личности, частичную потерю индивидуальности. Отказ от неэтичного действия был основан на общности страха».

Если это объяснение этического процесса принятия решений подтвердится, оно найдет

отклик в эволюционно-биологическом понимании группового отбора. Люди склонны вести себя этично — делать правильный выбор, контролировать эмоции, помогать, иногда с риском для себя, другим — потому, что появлению таких взаимодействий, благоприятных для группы в целом, способствовал естественный отбор.

Групповым отбором можно, по крайней мере отчасти, объяснить происхождение не только инстинктивного сопереживания, но и другой, даже более важной особенности человеческой природы — склонности к сотрудничеству. В 2002 году очень четкое определение этой научной проблемы дали Эрнст Фер и Симон Гэхтер:

> «Человеческая кооперация — эволюционная загадка. В отличие от других живых существ, люди часто сотрудничают с генетически неродственными особями и с незнакомцами, которых никогда больше не встретят, в составе больших групп, при минимальной или нулевой выгоде для размножения. Такой характер кооперации нельзя объяснить эволюционной теорией родственного отбора или эгоистичными мотивами, описанными теорией сигналов и теорией взаимного альтруизма».

Итак, как я уже говорил, этот парадокс невозможно объяснить родственным отбором. Может быть, он и работал в маленьких общинах охотников-собирателей, действительно связанных тесным родством. Однако математический анализ показал, что родственный отбор сам по себе не годится на роль эволюционной динамической силы. Объединение близких родственников и, соответственно, высокий уровень генетического родства среди потенциальных кооператоров сами по себе не приводят к возникновению сотрудничества. Только групповой отбор, при котором группы с более высоким числом кооператоров противостоят группам с меньшим числом кооператоров, приведет к более значительному и широкому инстинктивному сотрудничеству на уровне вида.

В первом десятилетии этого века эволюция сотрудничества находилась в центре пристального внимания биологов и антропологов. Они пришли к выводу, что это явление возникло в доисторические времена за счет комбинации ряда врожденных реакций. К ним относятся стремление людей добиться высокого положения в обществе, стремление общества сгладить различия, понизив статус тех, кто слишком далеко оторвался от основной массы, и склонность людей по собственной инициативе карать тех, кто отступает от принятых в обществе правил. Все эти поведенческие варианты содержат как эгоистичные, так и альтруистичные элементы. Они тесно сплетены причинно-следственными отношениями и произошли за счет естественного отбора.

Переплетение побуждений сознающего мозга подробно описал, можно сказать, каталогизировал Стивен Линкер в книге «Чистый лист» (2002):

> «Эмоции, связанные с осуждением других: презрение, гнев, недоверие — побуждают человека наказывать обманщиков. Эмоции, связанные с восхвалением других: благодарность, а также чувство, которое можно назвать душевным подъемом, благоговением, растроганностью, — побуждают человека вознаграждать альтруистов. Эмоции, связанные со способностью воспринимать чувства других: сочувствие, сострадание, сопереживание — побуждают помогать нуждающимся. А эмоции, связанные с осознанием собственной личности: чувство вины, позор, смущение — побуждают человека самому избегать обмана или исправлять его последствия».

Неистребимая амбивалентность и двойственность человеческого сознания — следствие того, что им управляют странные законы, унаследованные еще от наших предков-приматов. Помимо прочего, нам свойственно стремление к социальному равенству, которое часто выражается в желании отобрать лишнее у тех, кто, как нам кажется, получил больше заслуженного. Даже члены элитарной прослойки прибегают к невероятным ухищрениям, чтобы подняться еще чуть-чуть по социальной лестнице, лавируя среди завистливых

соперников. В таких играх лучшая тактика — вести себя скромно, никогда не выставлять свои достижения напоказ. Дело это непростое. Как заметил французский эссеист XVII века Франсуа де Ларошфуко:

> «Умеренность — это боязнь зависти или презрения, которые становятся уделом всякого, кто ослеплен своим счастьем; это суетное хвастовство мощью ума; наконец, умеренность людей, достигших вершин удачи, — это желание казаться выше своей судьбы»[28].

Возникновению альтруистичного поведения также способствует так называемая косвенная взаимность — «я помогу тебе, а кто-нибудь другой поможет мне». Простейшие поступки, если их правильно подать, могут создать человеку репутацию филантропа. Такую тактику прекрасно выражает немецкая пословица «Tue Gutes und rede darüber» — «твори добро и говори об этом». Добрая слава открывает двери, приносит друзей и союзников.

Однако, поскольку правила игры общеизвестны, люди, если это им ничем не грозит, всегда готовы осадить выскочку. Они прекрасно чувствуют, кто действительно достоин, а кто только притворяется, и не упустят случая щелкнуть по носу тех, кто пытается пролезть вперед, не соблюдая правила игры. Те, кто хотят равенства, а хотят его практически все, имеют в своем распоряжении страшное оружие — смех. Шутки, насмешки, пародии — сильные пилюли для надменности и мании величия. Остроумие — соль разговора, словесное парирование — тонкое искусство. Хлесткое словцо запоминается надолго. Вспомним один из лучших примеров всех времен — ответ Сэмюэля Фута Джону Монтегю, четвертому графу Сэндвичскому. Тот сказал, что, по его мнению, Фут умрет либо от дурной болезни, либо от петли палача. Фут тут же ответил:

> «Милорд, это будет зависеть от того, спознаюсь ли я с вашей любовницей или с вашими принципами».

Конечно, косвенная взаимность и защита от злоупотреблений репутацией — лишь один аспект человеческого сотрудничества. Все нормальные люди способны к настоящему альтруизму. Только мы из всех животных заботимся о больных и раненых, помогаем бедным и утешаем несчастных, а иногда даже добровольно рискуем собственной жизнью ради незнакомых нам людей. Многие, оказав помощь в экстремальной ситуации, уходят, не назвавшись. Или принижают потом собственный героизм, отделываясь стандартными фразами типа «Я просто делал свою работу», «Уверен, что другие на моем месте поступили бы точно так же».

Истинный альтруизм существует — к такому выводу пришли Сэмюэль Боулз и его коллеги. Он делает группу сильнее и повышает ее конкурентоспособность. Такому альтруизму благоприятствовал естественный отбор на групповом уровне.

Также было показано (хотя и не доказано окончательно), что равенство благоприятно сказывается даже на самых развитых обществах. Страны с самым высоким уровнем жизни (от образования и медицинской помощи до контроля за преступностью и коллективного самоуважения) — это также и страны с самой маленькой разницей между богатейшими и беднейшими гражданами. В 2009 году Ричард Уилконсон и Кейт Пикетт исследовали с этой точки зрения двадцать три самые богатые страны мира и американские штаты, взятые по отдельности. Самый высокий уровень жизни — и минимальное экономическое расслоение общества — были отмечены в Японии, Скандинавских странах и американском штате Нью-Хэмпшир. На другом конце диапазона оказались Великобритания, Португалия и остальные США.

Итак, людям приятно работать вместе и следить за соблюдением равенства, но это еще

---

[28] «Максимы и моральные размышления». Пер. Э. Л. Линецкой.

не все. Им доставляет удовольствие видеть, как нарушители несут заслуженную кару. Это относится, например, к тем, кто увиливает от работы (тунеядцы, грабители), и даже к тем, кто, по их мнению, дает обществу меньше, чем должен (богатые бездельники). Пристрастие к чтению детективов и разоблачительных статей в желтой прессе во многом связано с этим глубоко человеческим желанием убедиться, что порок наказан. Люди не просто хотят, чтобы нарушителям досталось, — они готовы лично принимать участие в отправлении правосудия. Отчитать нахала, проехавшего на красный свет, заявить о коррупции в компании, где сам работаешь, сообщить в полицию о готовящемся преступлении — многие охотно на это пойдут, несмотря на то что подобные проявления гражданской ответственности нередко влекут за собой неудобства — как минимум, потерю времени.

При отправлении «альтруистичного наказания» в мозгу активируется передняя островковая доля — мозговой центр, активирующийся также при боли, гневе и отвращении. Такая деятельность выгодна обществу в целом, так как приводит к большему порядку и меньшему расходованию общих ресурсов. Она, как правило, не основана на расчете, хотя личная заинтересованность «альтруиста» в предотвращении антиобщественных действий тоже может играть определенную роль. Истинный альтруизм основан на стремлении к общему благу племени. Этот биологический инстинкт возник в доисторические времена в результате группового отбора. Наш вид никак нельзя снабдить этикеткой *Homo oeconomicus*. Он вышел из горнила эволюции чем-то гораздо более сложным и интересным. Мы *Homo sapiens,* несовершенные создания, раздираемые противоречиями, но упорно продвигающиеся вперед в непредсказуемом, безжалостном и страшном мире. Мы умеем выжимать все возможное из того, что есть в нашем распоряжении.

За пределами обычных альтруистических инстинктов лежит еще одно чувство. Хрупкое и эфемерное по природе своей, оно способно, снизойдя на человека, подвигнуть его на решительные поступки. Это чувство — честь, его истоки — во врожденном сопереживании и склонности действовать совместно. Это высшее выражение альтруизма, возможно, еще спасет человечество.

Конечно, честь — оружие обоюдоострое. Одно его лезвие — преданность и жертвенность на войне. Эти реакции связаны с первичным групповым инстинктом — сплачиваться и защищаться от угрозы извне. В 1914 году, еще до того, как Первая мировая война в полной мере обернулась невыразимой трагедией, эти чувства прекрасно выразил английский поэт Руперт Брук в стихотворении «Мертвые»:

Играй, горнист! В глухой нужде приемлем
От них мы Святость, и Любовь, и Боль,
И Честь снисходит вновь владычицей на землю.
По-королевски подданных вознаграждая,
И Благородство в нашу возвращается юдоль,
И мы законное наследство обретаем[29].

Второе лезвие — честь человека, противостоящего толпе или доминирующим общественным установкам или даже организованной религии. Этот аспект тонко описал философ Квами Энтони Аппиа в книге «Кодекс чести. Как происходят моральные революции» (2010). В приведенном ниже отрывке он говорит о сопротивлении отдельных людей и групп меньшинств против организованной несправедливости.

> «Вы можете спросить: при чем здесь честь и чем она отличается от моральных норм? Солдаты, понимающие основы морали, не станут унижать человеческое достоинство пленных. Они осудят тех, кто так сделает. Моральные нормы подскажут женщинам, подвергшимся жестокому насилию, что их

[29] Перевод Дениса Бородкина.

насильники заслуживают наказания. Но для того, чтобы солдат не просто сам поступал должным образом и осуждал нарушителей моральных норм, но и настаивал, что нужно что-нибудь сделать, если его товарищи творят зло, нужна честь. Только лишь честь заставляет чувствовать свою причастность к злодеяниям других.

Чувство собственного достоинства необходимо жертве, чтобы, несмотря ни на что, настаивать на своем праве на справедливость в обществе, где поруганным женщинам редко приходится на нее рассчитывать; это же чувство нужно и всем другим женщинам, чтобы откликнуться на жестокое изнасилование не только возмущением и жаждой мести, но и решимостью изменить свою страну, добиться уважения к своему полу. Делая такой выбор, человек ступает на тернистый путь, где его ждут трудности и даже опасности. Этот путь, что вовсе не случайно, также является путем чести».

Взгляд на мораль через призму эволюции не приводит к безапелляционным суждениям и непреложным предписаниям, а предостерегает против слепого следования религиозным и идеологическим догмам. Заблуждения, нередко вытекающие из таких догм, обычно проистекают от незнания. Их авторы так или иначе упускают тот или иной принципиально важный фактор. Вернемся к тому, о чем я говорил чуть раньше, — к папскому запрету применения противозачаточных средств. Это решение принял с благими намерениями один человек — папа Павел VI. На первый взгляд, его обоснования, приведенные в энциклике *Humanae Vitae* (1968), кажутся абсолютно разумными. Он говорит, что по предназначению Бога каждый брачный акт должен оставаться открытым к передаче жизни. Однако эта логика неверна. *Humanae Vitae* упускает важнейший факт. Многочисленные исследования в области психологии и биологии размножения, в том числе проведенные уже после 1960-х годов, говорят о том, что половое сношение у людей несет дополнительную функцию. В отличие от других видов приматов, самки *Homo sapiens* прячут гениталии и не имеют ярко выраженного эструса. И мужчины, и женщины, связанные брачными узами, склонны к регулярным и частым половым контактам. Такое поведение представляет собой полезную генетическую адаптацию: женщина и ее дети могут рассчитывать тогда на поддержку отца. Мужская привязанность, основанная на половых сношениях, которые доставляют удовольствие и не имеют репродуктивной функции, очень важна для женщины, а при определенных обстоятельствах жизненно необходима. Чтобы приобрести высокоразвитый мозг и интеллект, человеческие детеныши должны пройти необычайно долгий период беспомощности. Даже в тесных общинах охотников-собирателей мать не может рассчитывать на такой высокий уровень общественной поддержки, какой она получает от сексуально и эмоционально привязанного к ней самца.

Второй пример этической догмы, ложность которой связана с незнанием особенностей человека как вида, — это гомофобия. Основной аргумент здесь примерно такой же, что и в случае с контрацепцией: секс, не связанный с размножением, — ненормальность и грех. Однако многочисленные свидетельства говорят об обратном. «Истинная» гомосексуальность имеет генетическую природу, и склонность к ней проявляется уже в детстве. Это не означает, что гены жестко диктуют сексуальные предпочтения, но вероятность того, что человек станет гомосексуалистом, отчасти связана с тем, что его гены отличаются от тех, что диктуют гетеросексуальные предпочтения. Кроме того, выяснилось, что генетическая предрасположенность к гомосексуальности встречается в человеческих популяциях по всему миру слишком часто, чтобы это можно было списать на одни только мутации. В популяционной генетике есть проверенное правило: если признак не связан со случайными мутациями и при этом снижает или полностью сводит на нет успех размножения, то это означает, что он поддерживается естественным отбором, действующим на какую-то другую мишень. Например, небольшая доза предрасполагающих к гомосексуальности генов может давать адаптивное преимущество человеку, который по всем внешним проявлениям никоим образом не склонен к однополой любви. Другой вариант: гомосексуальность может быть

выгодна не самому человеку, а группе в целом за счет, например, особых талантов и личностных качеств ее носителей и занимаемых ими общественных ролей и профессий. Множество примеров как из древности, так и из современности подтверждают, что дело обстоит именно так. В любом случае, «борцы за нравственность» напрасно осуждают геев за то, что те имеют иные сексуальные предпочтения и меньше размножаются. Наоборот, следует ценить тот конструктивный вклад, который они вносят в общее человеческое разнообразие. Ополчаясь на гомосексуальность, общество вредит самому себе.

Изучение биологических истоков морали позволяет уяснить один важный принцип. Он заключается в том, что помимо абсолютно прозрачных этических норм, таких как осуждение рабства, жестокого обращения с детьми и геноцида (наверное, никто не будет спорить с тем, что их нужно соблюдать во всех без исключения случаях), существует также обширная этически туманная область. Прежде чем провозглашать нормы и правила, касающиеся каких-либо тем из этой области, нужно очень хорошо подумать, почему данная тема нас волнует. Для этого нужно знать в том числе и биологическую историю эмоций, которые она вызывает. Таких исследований не было. Собственно говоря, даже мысль об их необходимости возникает редко.

Что будем мы думать о морали и чести, когда лучше узнаем себя самих? Не сомневаюсь, что во многих, возможно, в подавляющем большинстве случаев установления, принятые в большинстве современных обществ, успешно пройдут испытание биологическим реализмом. Некоторые, такие как запрет контрацепции, осуждение гомосексуализма и принудительные браки девочек-подростков, его не пройдут. Как бы то ни было, ясно, что пересмотр основ этики в свете науки и культуры пойдет этому разделу философии только на пользу. Если же более глубокое понимание самих себя равносильно «моральному оппортунизму», который с таким жаром поносят благочинные доктринеры, — ну что ж, пусть будет так.

25. Истоки религии

Армагеддон в конфликте между наукой и религией (если мне будет позволена столь сильная метафора) разгорелся всерьез к концу XX века. Он связан с попыткой ученых объяснить религию, вплоть до основ, не как независимую реальность, где человечество пытается найти свое место, не как поклонение божественному Присутствию, а как продукт эволюции путем естественного отбора. По своей сути это борьба не людей, а мировоззрений. Людей нельзя сбросить со счетов, а вот мировоззрения — можно.

Создан ли человек по образу и подобию Бога или Бог — по образу и подобию человека? В этом суть расхождений между религией и научным атеизмом. От ответа на этот вопрос во многом зависит то, что люди думают о себе самих, и то, как они относятся друг к другу. Если Бог создал человека по образу и подобию своему, как говорят нам религии, то резонно предположить, что Он лично отвечает за свои создания. Если же это не так, то весьма вероятно, что наша Солнечная система — не уникальна среди примерно десяти секстиллионов звездных систем во Вселенной. Число приверженцев организованных религий резко упало бы, если бы такая точка зрения распространилась в широких кругах.

Мы подходим к ключевому вопросу, который, как мне кажется, теологи разных времен и народов всегда безосновательно усложняли.

Существует ли Бог? Если да, является ли он персонифицированным Богом, которому мы можем молиться, надеясь получить ответ? А если ответ все еще «да», то можем ли мы ожидать бессмертия — спокойной и уютной жизни на протяжении (для начала) следующих триллионов триллионов лет?

В XX веке ученые и верующие резко разошлись по этим коренным вопросам. В 1910 году опрос выдающихся американских ученых (отмеченных звездочкой в библиографическом справочнике American Men of Science) показал, что 32 % из них верят в персонифицированного Бога, а 37 % — в бессмертие. Когда такой же опрос был проведен в

1933 году, эти показатели упали соответственно до 13 и 15 %. Эта тенденция продолжается. В 1998 году члены Национальной академии наук США — элитарной избираемой группы, финансируемой федеральным правительством, — в большинстве своем оказались атеистами. Только 10 % заявили, что верят в Бога или бессмертие. Биологов среди них было всего лишь 2 %.

Во многих современных странах не так уж важно, принадлежит население к организованной религии или нет. Посмотрим, например, на огромную разницу в религиозных вопросах между США и странами Западной Европы. Судя по результатам опросов, опубликованным в конце 1990-х годов, более 95 % американцев верят в Бога или какую-либо универсальную жизненную силу, в то время как в Великобритании таких людей 61 %. Веру в то, что Иисус — Бог или сын Бога, разделяют 84 % американцев и только 46 % британцев. По данным исследования 1979 года в жизнь после смерти верили 70 % американцев и всего лишь 46 % итальянцев, 43 % французов и 35 % жителей Скандинавских стран. Сегодня почти 45 % жителей США регулярно (чаще, чем раз в неделю) ходят в церковь. Аналогичный показатель среди британцев составляет 13 %, среди французов — 10, среди датчан — 3, а среди исландцев — 2 %.

Меня часто спрашивают, с чем связаны эти трансконтинентальные различия, тем более странные, что большинство американцев — потомки эмигрантов из Западной Европы. Не перестает удивлять также широкое распространение в США буквального понимания Библии и отрицание половиной населения этой страны биологической эволюции. Как человек, воспитанный в традициях южных баптистов (евангелической церкви, к которой принадлежит очень большая часть американских фундаменталистов), я хорошо знаю силу Библии короля Якова, душевную теплоту и щедрость верующих в нее и их чувство, что они — последний оплот веры в теряющей Бога культуре. Библия для них — нетленная ценность, неоспоримый авторитет, средство удовлетворения всех духовных потребностей. Они черпают смысл в бездонных колодцах ее освященных веками текстов. В ней они находят утешение в печали и дружескую поддержку в минуты одиночества; она сулит искупление тем, кто сбился с дороги. Как поется в любимом многими гимне:

О, Иисус — наш друг небесный,
Помощь в тяготах пути,
О, как сладко нам в молитве
Душу к Богу вознести[30].

Широкое распространение протестантского фундаментализма среди жителей США имеет исторические причины, объяснение которых я оставляю историкам. Однако тем, кто действительно считает, что насмешки и здравый смысл могут разрушить их культуру, я советую задуматься. Иногда разумные, образованные люди отождествляют себя и смысл своей жизни со своей религией, и это как раз такой случай.

Если мы полностью отрицаем персонифицированного Бога, богов и нематериальных духов, что насчет божественной силы, которая создала Вселенную? Может быть, такой Создатель достоин почитания, даже если Ему нет до нас дела? Таков аргумент деизма: материальная жизнь целенаправленно создана чем-то или кем-то. Если так, то сейчас, 13,7 млрд лет после Большого взрыва, причина создания Вселенной остается абсолютно непонятной. Несколько серьезных ученых полагают, что по крайней мере Бог-Творец должен существовать. В основе их рассуждений лежит антропный принцип: возникновение звездных систем и появление жизни на основе углерода требовало тонкой «настройки» физических законов и параметров. Сущности и силы окружающей нас Вселенной действительно удивительно хорошо «подстроены» под возможное возникновение жизни — не слишком

---

[30] Перевод Дениса Бородкина.

сильно, не слишком слабо, а в самый раз, — для чего в астрономии есть термин «зона Златовласки[31]». Например, окажись Большой взрыв чуть более мощным, материя разлетелась бы слишком быстро и звезды и планеты не смогли бы возникнуть. Следует признать, что антропный принцип заставляет задуматься. Однако есть и осложняющее обстоятельство, о котором пишет Томас Диксон:

> «Откуда мы знаем, следует ли нам удивляться какой-либо конкретной конфигурации физических констант? Любая комбинация почти бесконечно маловероятна, не правда ли? В любом случае, откуда мы можем знать, что эти константы действительно могут варьировать так, как это предполагают эти доводы? Может быть, они просто зафиксированы природой или связаны друг с другом каким-то образом, который мы не понимаем? И должно ли реальное существование триллионов других вселенных, в противовес только лишь потенциальной возможности их существования, каким-то образом уменьшать наше удивление от существования и физического устройства нашей собственной Вселенной (это при условии, что это вообще кого-то удивляет — меня, честно говоря, ничуть)?»

Этот контраргумент перекликается с проницательным наблюдением, которое Юм вложил в уста Филона:

> «…убедившись на множестве других, гораздо более близких нам вопросов в несовершенстве и противоречивости человеческого разума, я не могу ждать успеха от его слабых догадок в области столь возвышенной и столь отдаленной от сферы нашего наблюдения»[32].

Предположим, что в обход этих рассуждений мы найдем способ истолковать физические законы Вселенной как доказательство существования высшего сверхъестественного существа. Даже тогда было бы огромной натяжкой объяснять божественным вмешательством биологическую историю на нашей планете. Если биологические и антропологические данные хоть что-нибудь значат, было бы столь же большой ошибкой считать, как это делали Платон и Кант, что существуют универсальные, независимые от особенностей человеческого существования этические принципы, а значит, и данный Богом нравственный закон, который столь красноречиво проповедовали К. С. Льюис и другие апологеты христианства. Напротив, есть все основания полагать, что религия и мораль возникли в эволюционной истории человечества под действием естественного отбора.

Бесчисленные факты указывают на то, что организованная религия является выражением племенного мировоззрения. Любая религия говорит своим приверженцам, что они — особая группа, что их миф о сотворении мира и нравственные нормы — самые правильные, что бог благоволит к ним больше, чем к другим. Люди склонны направлять благотворительность и другие формы альтруизма на единоверцев; если они направлены на аутсайдеров, то, как правило, для того, чтобы обратить их в свою веру, укрепив таким образом племя и его союзников. Вы когда-нибудь слышали, чтобы религиозный лидер обратился к пастве с предложением изучить другие религии и выбрать такую, которая лучше всего подходить конкретному человеку или обществу? Наоборот, межрелигиозные конфликты часто служат катализатором войны, а то и ее непосредственной причиной. Для истинно верующих нет большей ценности, чем их вера, и малейшие нападки на нее

---

31 Имя девочки из английской сказки, похожей на русскую «Три медведя».

32 Дэвид Юм. Диалоги о естественной религии. Перевод С. И. Церетели.

мгновенно вызывают их праведный гнев. Сила организованных религий основана на их вкладе в общественный порядок и личную безопасность, а не в поиски истины. Цель религии — подчинение людей воле и общему благу племени.

Нелогичность религий — не их слабость, а их сильная сторона. Вера в странные мифы о сотворении мира связывает людей. Приверженцы одной христианской конфессии считают, что те, кто полностью подчинился Иисусу, будут скоро взяты живыми на небо, а те, кто останется, будут страдать тысячу лет, после чего мир придет к концу. Другое течение отрицает это, но зато рекомендует причащаться тела и крови Христовой — в буквальном смысле, так как в них пресуществляются во время службы хлеб и вино. Когда такие догмы открыто подвергаются сомнению человеком со стороны, это воспринимается как вторжение в частную жизнь и личное оскорбление. Когда сомнение высказывает кто-то из своих, его объявляют еретиком и поступают с ним соответственно.

В реальном мире столь сильный племенной инстинкт мог возникнуть только под действием группового отбора, когда одно племя противостояло другому. Странные особенности религиозной веры — логическое следствие динамизма на этом высоком уровне биологической организации.

В основе традиционных религий лежат мифы о сотворении мира. Как они возникли в реальной истории? Некоторые отчасти основаны на народной памяти о знаменательных событиях — переселениях на новые земли, победах и поражениях в войне, сильных наводнениях, извержениях вулканов. С каждым новым поколением рассказы о них переосмыслялись и становились частью ритуала. Сверхъестественные существа могли быть связаны с личными особенностями мыслительных процессов пророков и верующих. Они наделяли богов своими чувствами и побуждениями, своей логикой. Бог Ветхого Завета бывает милостив, ревнив, гневен и мстителен, какими бывали, несомненно, и его смертные подданные.

Кроме того, людям свойственно очеловечивать животных, машины, места и даже выдуманных существ. Нетрудно было сделать следующий шаг от земных правителей к небесным божествам. Например, в иудаизме, христианстве и исламе Бог похож на патриарха, какими были правители пустынных царств, в которых эти религии зародились.

Даже самые фантасмагоричные элементы мифов о сотворении мира: появление демонов и ангелов, голоса невидимых собеседников, воскрешение мертвых и остановка солнца в небе — легко понять не в свете физических законов, а в свете современной физиологии и медицины. Вожди и шаманы часто говорят с богами и духами во сне, во время галлюцинаций и приступов душевных болезней. Особенно яркие видения связаны с эпизодами сонного паралича, во время которых в принципе здоровые люди оказываются в параллельном мире монстров и безумного страха. Один пациент психолога Дж. Аллана Чейна описывал это так: «Тень движущейся фигуры, руки вытянуты — [он] был абсолютно уверен, что это сверхъестественное и злое существо». Другой был «абсолютно уверен», что, когда он проснулся, «какое-то существо, полузмея-получеловек, кричало [мне] в ухо какую-то околесицу». Убедительные образы сонного паралича очень похожи на эпизоды «похищения инопланетянами», связанные, по крайней мере в некоторых случаях, с гиперактивностью теменной области мозга. Страдающие сонным параличом также сообщают об ощущениях полета, падения или выхода из тела. В основном они испытывают при этом страх, но иногда он переходит в радостное волнение, предвкушение и восторг.

Еще более важную роль в мифотворчестве играли галлюциногены. Под их воздействием иллюзии превращаются в длинные, полные символов истории, насыщенные, сточки зрения галлюцинирующего, мистическим значением. В примитивных обществах шаманы и их последователи используют психотропные вещества для связи с миром духов. Из таких веществ особенно хорошо изучена айяуаска — галлюциноген, широко используемый индейцами бассейна Амазонки. Подпасть под его действие означает пережить яркие реалистичные видения, сначала разрозненные, потом складывающиеся в определенный сюжет. Перед человеком появляются странные геометрические узоры, ягуары,

змеи и другие животные; он переживает собственную смерть и путешествует в иной мир. Вот что рассказывает индеец племени сиона из Колумбии, который прошел яге-церемонию, связанную с употреблением айяуаски:

> «Но затем пожилая женщина подошла ко мне, запеленала в большой кусок ткани и дала мне грудь, и тогда я взял и полетел, далеко-далеко, и вдруг очутился в ярко освещенном месте, все было прекрасно видно, царило умиротворение и спокойствие. Там живут люди-яге, как мы, только лучше; там-то мы все и окажемся».

Это можно истолковать как видения рая. А вот пример адского видения в изложении чилийки европейского происхождения (тиграми она называет ягуаров — крупных кошачьих Южной Америки).

> «Сначала — много тигриных лиц… Потом вижу одного тигра. Он больше и сильнее всех. Я знаю (потому что читаю его мысли), что должна следовать за ним. Выхожу на плато. Он идет прямо и преисполнен решимости. Я иду за ним, но когда подхожу к краю, меня ослепляет нестерпимый свет, и я не в силах двигаться дальше».

Потом она все же смотрит вниз и видит круглую яму, полную жидкого огня, в котором плавают люди.

> «Тигр хочет, чтобы я оказалась там. Но я не знаю, как мне спуститься. Хватаю тигра за хвост, он прыгает. Он сильный, и потому его прыжок медлителен и грациозен. Я сижу у него на спине, а он плавает в жидком огне. Потом мы выходим на берег. Вижу вулкан. Мы ждем, и вскоре начинается огромное извержение. Тигр говорит, что я должна прыгнуть в кратер…»

Эти разрозненные видения ничуть не страннее тех, что считаются основополагающими истинами в главных мировых религиях. О подобных вещах мы читаем в последней книге Нового Завета — Откровении св. Иоанна Богослова. Время действия — I в. н. э. (вероятно, 96 год), место действия — греческий остров Патмос. Св. Иоанн видит Иисуса, сошедшего на Землю со Своего небесного трона, где Он сидит по правую руку от Бога и говорит посредством ангелов. Сначала он слышит странный голос.

> «Я обратился, чтобы увидеть, чей голос, говоривший со мною; и, обратившись, увидел семь золотых светильников и, посреди семи светильников, подобного Сыну Человеческому, облеченного в подир и по персям опоясанного золотым поясом: Его и волосы белы, как белая волна, как снег; и очи Его как пламень огненный; и ноги Его подобны халколивану, как раскаленные в печи, и голос Его как шум вод многих. Он держал в деснице Своей семь звезд, и из уст Его выходил острый с обеих сторон меч; и лице Его как солнце, сияющее в силе своей»[33].

Во время этого второго пришествия (не того, которое он вскоре предречет Иоанну) Иисус крайне сердит. Он по разным причинам недоволен семью городами, которые символизируют свечи, и всерьез собирается поразить тех их жителей, которые отступились от веры в Него. Он говорит, что Он есть «Альфа и Омега» и «имеет ключи Ада и смерти». Особенно омерзительны ему деяния николаитов. Он передает яростное предупреждение прихожанам из Патмоса, которые сбились с пути и приняли николаитскую доктрину:

---

[33] Откровение Иоанна Богослова (1:12–16).

«Покайся; а если не так, скоро приду к тебе и сражусь с ними мечом уст Моих»[34].

Затем Иисус предсказывает восхищение церкви, великое бедствие, войну между силами Бога и Сатаной и, наконец, победу Бога.

Не исключаю, что Иоанн Богослов действительно видел Бога и лишь добросовестно записал Его слова. Более вероятно, однако, что его видения связаны с приемом психоактивных веществ, в те времена широко распространенных в Юго-Восточной Европе и на Среднем Востоке. Самые сильные препараты готовились из белладонны *(Atropa belladonna),* дурмана (виды рода *Datura),* спорыньи *(Claviceps purpurea* — гриба, паразитирующего на некоторых злаках, в том числе ржи, и источника ЛСД) и конопли *(Cannabis sativa).*

Также возможно, что св. Иоанн страдал шизофренией. Эта болезнь дает галлюцинации, похожие на его видения: разные звуки, голоса, которые беседуют и повелевают, нередко обнадеживают, но иногда угрожают. Возникающие мысли иногда кажутся шизофреникам убедительными и крайне важными. Такие галлюцинации часто принимают форму длинных историй и могут сплестись в фантастическое представление о мире.

Важность случая св. Иоанна выходит за обычные рамки, потому что Откровение — кульминация и завершение Нового Завета — служит консервативным евангелическим протестантам чем-то вроде руководства. Видения Иоанна оказали глубокое воздействие на миллионы психически нормальных, здравомыслящих и ответственных людей, которые видят мир сквозь призму образов этой книги и в той или иной степени организуют свою жизнь согласно ее заветам. Возможно, кто-то считает его заявления истиной, но, по-моему, если взглянуть трезво, образ злобного Иисуса, готового собственноручно сразиться с раскольниками, настолько расходится со всеми остальными книгами Нового Завета, что простое биологическое объяснение оказывается предпочтительным.

Как бы то ни было, историки и другие ученые, рассматривающие факты в эволюционной перспективе и не обремененные сверхъестественными предпосылками традиционной теологии, начали восстанавливать последовательность шагов, которые привели к иерархической и догматической структуре современных религий. В какой-то момент в позднем палеолите люди начали размышлять о том, что они смертны. Самым ранним известным погребениям с какими-либо признаками ритуала 95 000 лет. В то время или даже раньше люди, наверное, задались вопросом: «Куда уходят мертвые?» Ответ был очевиден. Они продолжают существовать и регулярно встречаются с живыми в снах. Именно в духовном мире снов — а также в еще более ярком мире наркотических галлюцинаций — жили их умершие родственники, а также союзники, враги, боги, ангелы, демоны и чудовища. Впоследствии выяснилось, что подобные видения можно вызвать также постом, изнурением организма и самоистязанием. Сегодня, как и тогда, сознающий разум каждого живого человека во сне покидает тело и вступает в духовный мир, созданный нейронными импульсами его мозга.

Рис. 25–1. Мертвые уходят в мир духов, оставаясь при этом дома. Мумия старейшины в окружении семьи в деревне Кукукуку (Новая Гвинея). (Источник: Vernon Reynolds and Ralph Tanner, The Biology of Religion [New York: Longman, 1983].)

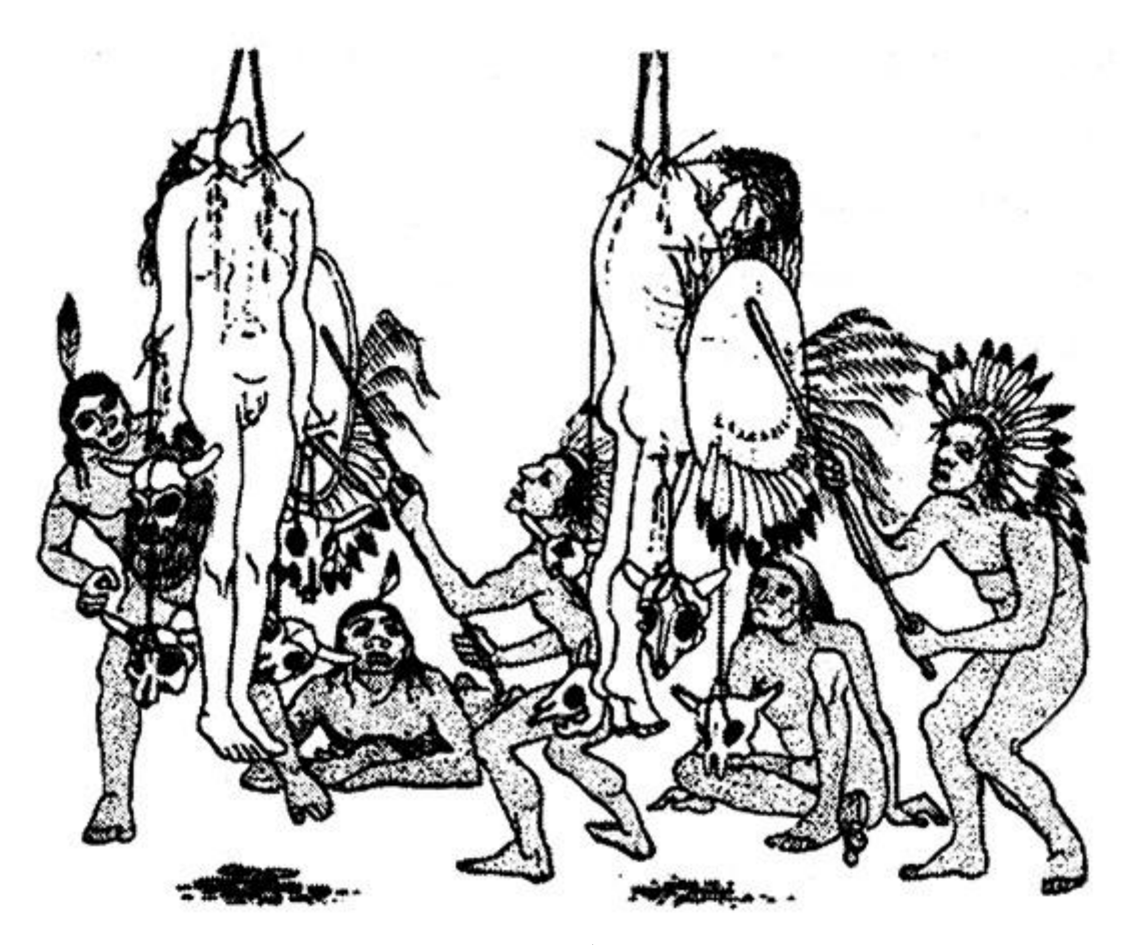
---

[34] Там же (2:16).



Рис. 25–2. Видения через самоистязание. В ритуале религии индейцев племени мандан юношей подвешивают за продернутые через кожу ремни, а затем вращают, пока те не потеряют сознание. (Источник: Vernon Reynolds and Ralph Tanner, The Biology of Religion [New York: Longman, 1983].)

Появившиеся вскоре шаманы взял



и под контроль толкование сновидений, особенно своих, которые они считали самыми важными. Они утверждали, что духи определяют судьбу племени. Предполагалось, что сверхъестественные существа испытывают те же чувства, что и живые люди, и поэтому их нужно чтить и умилостивлять обрядами. Их призывали, чтобы они благословили маленькую общину во время важнейших обрядов, связанных с инициацией, браком и смертью. С началом неолита и особенно с появлением государств, когда образовывались торговые и военные союзы и племена сражались за религиозный супрематизм, боги иногда становились общими.

По мере усложнения социальной структуры росла и ответственность богов за поддержание общественного порядка, который их земные наместники — священнослужители — достигали за счет политического контроля сверху вниз. Когда политические, военные и религиозные лидеры были заодно, освященная традицией вера была крепка. После успешных политических революций духовные наставники народа обычно находили возможность приспособиться к новым обстоятельствам, как правило, переходя на сторону восставших и смягчая те из старых догм, которые относились к управлению.

Когда авраамические религии еще только складывались, над избранным народом восседало множество богов. В Книге псалмов мы читаем:

> «Нет между богами, как Ты, Господи, и нет дел, как Твои».

Со временем Яхве приобрел над израильтянами абсолютную власть. Когда все шло хорошо, Он повелевал терпимое отношение к божествам соседних царств, а в трудные времена взывал к жестокому подчинению инаковерующих.

Рис. 25–3. Лидер религии мандан в костюме буйвола (Источник: Joseph Campbell, with Bill Moyers, The Power of Myth [New York: Doubleday, 1988]. Painting by Karl Bodmer, 1834.)



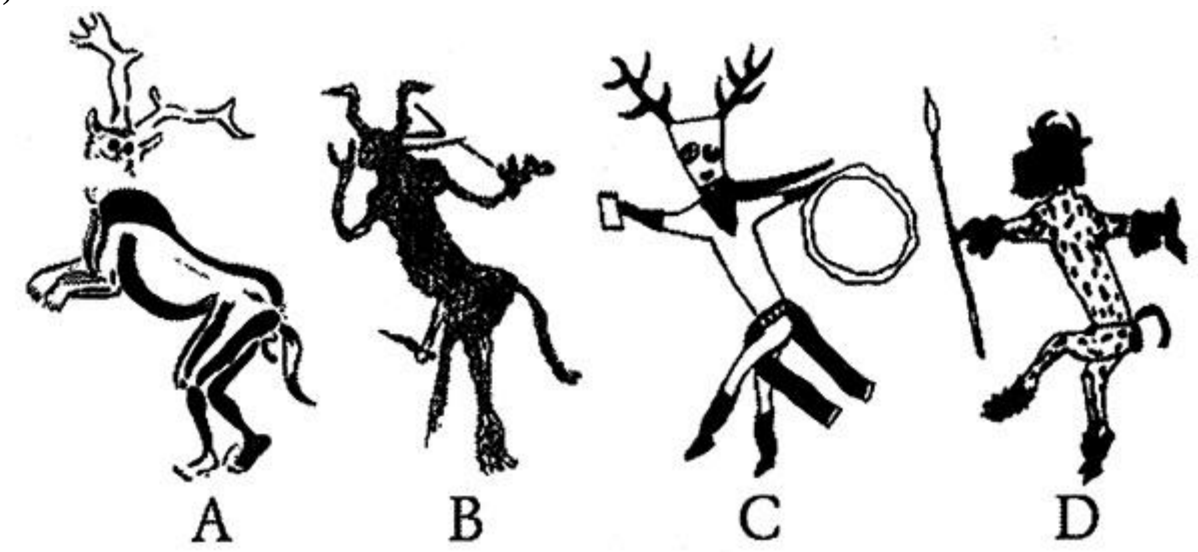
Сегодня, как и в древности, верующие, как правило, не слишком интересуются теологией и тем более эволюционными шагами, которые привели к возникновению мировых религий. Их интересуют вера и ее блага. Из мифов о сотворении мира они черпают все необходимые им исторические познания — те, что обеспечивают единство племени. Во времена перемен и опасностей личная вера сулит устойчивость и спокойствие. Перед лицом угрозы извне мифы уверяют верующих, что именно на них Бог взирает с благоволением. Ничто не может заменить даруемую верой психологическую безопасность, так как в этом случае она связана с чувством принадлежности к группе, и не простой, а избранной Богом. Огромному количеству верующих иудеев, христиан и мусульман по всему миру вера обещает вечную жизнь после смерти, да к тому же не в аду, а в раю — особенно если человек выберет из многих конфессий единственную правильную и будет старательно следовать ее обрядам.

За долгие века своего существования религии включили в свой арсенал все способы разбудить в человеческом сознании благоговение и трепет и закрепили их в литературных, художественных, музыкальных и архитектурных шедеврах. За 3000 лет существования Ветхого Завета эстетическое воздействие этих видов искусства достигло непревзойденных высот. Я не знаю ничего, что возвышало бы душу так, как католическая вечерня, когда сумрачный собор постепенно озаряется светом свечей, или хоровые гимны, которыми евангелические протестанты приветствуют «идущих к алтарю».

Эти духовные блага требуют подчинения воле Бога, или Его Сына-Искупителя, или и

того и другого, или последнего избранника Божья Мухаммеда. Это очень просто. Нужно только смириться, склониться, повторить священные клятвы. И все же давайте задумаемся, к кому на самом деле обращено это почитание? К сущности, которая, возможно, не имеет постижимого человеческим сознанием смысла или даже вовсе не существует? Да, быть может, это почитание обращено к Богу. Но, может быть, это поклонение объединенному мифом племени. Если так, религиозную веру правильнее считать невидимой ловушкой, неизбежной в ходе биологической истории нашего вида. А если это так, то должны же быть способы найти духовное самовыражение без коленопреклонения и самоуничижения. Человечество достойно лучшего.

Рис. 25–4. Изображения танцоров в мистических костюмах с головами животных. (А) Пещерная живопись палеолита, Труа-Фрер (Франция). (Б) Доисторическая живопись бушменов, Афваллингскоп (Южная Африка). (В, О Рисунки американских индейцев сиу. (Источник: R. Dale Guthrie, The Nature of Paleolithic Art [Chicago: University of Chicago Press, 2005].)



26. Истоки искусства

Мир искусств кажется нам богатым и безграничным, но каждое из них процежено через фильтры биологических каналов человеческого познания. Наш сенсорный мир, то есть то, что мы можем узнать о реальности за пределами нашего тела без помощи приборов, крайне беден. Наше зрение ограничено малой частью электромагнитного спектра, диапазон которого простирается от гамма-излучения до сверхнизких частот, используемых при некоторых особых формах коммуникации. Мы же видим лишь небольшой фрагмент в середине, так называемую «видимую часть спектра». Наш оптический аппарат делит этот доступный нам фрагмент на туманные полоски цветов. Сразу за фиолетовым цветом спектра идет ультрафиолетовое излучение; насекомые его воспринимают, а мы — нет. Мы слышим лишь некоторые из звуковых частот вокруг нас. Летучие мыши ориентируются при помощи ультразвука, частота которого слишком высока для нашего уха, а слоны общаются на слишком низких для нас частотах.

Слонорылы, обитающие в мутной воде тропических рек, ориентируются и общаются за счет электрических импульсов; эта сенсорная модальность, столь хорошо развитая у этих рыб, полностью отсутствует у людей. Мы не ощущаем ни магнитное поле Земли, по которому ориентируются некоторые перелетные птицы, ни поляризацию солнечного света, при помощи которой пчелы и в пасмурную погоду могут добраться от улья до медоносных растений и обратно.

Но самое слабое наше место — это убогое чувство вкуса и запаха. Более 99 % живых

существ, от микроорганизмов до зверей, ориентируются в окружающей среде при помощи химических сигналов. Они достигли вершин мастерства в общении посредством феромонов. Напротив, люди наряду с обезьянами и птицами относятся к тем редким формам жизни, которые в основном полагаются на зрение и слух и, соответственно, имеют недоразвитое обоняние и чувство вкуса. В этом отношении мы сущие идиоты по сравнению с гремучими змеями и собаками-ищейками. Слабые способности к хеморецепции нашли отражение в бедности нашего словарного запаса, что вынуждает нас в основном прибегать к сравнениям и метафорам. У этого вина тонкий букет, говорим мы, оно обладает насыщенным вкусом с фруктовыми нотками. Эти духи пахнут розой, или сосной, или землей после дождя.

По жизни, насыщенной химическими стимулами, мы бредем, спотыкаясь на каждом шагу, полагаясь на слух и зрение, которые возникли как адаптации к жизни на деревьях. Только наука и техника позволили человечеству проникнуть в огромные сенсорные миры других животных. Вооружившись специальными инструментами, мы смогли перевести их на понятный нам язык. Наука позволила нам мысленно добраться почти до самых границ Вселенной и вычислить время ее образования. Мы никогда не научимся ориентироваться по геомагнитному полю или петь на языке феромонов, но мы можем обогатить наш ограниченный сенсорный мирок информацией обо всех остальных способах восприятия.

Используя силу познания, в том числе и для изучения человеческой истории, мы также можем разгадать загадку происхождения эстетического чувства и проникнуть в суть его природы. Нейробиологические наблюдения, особенно измерения затухания альфа-волн энцефалограммы при восприятии абстрактных узоров, показали, что максимальный уровень активации в мозге вызывают такие узоры, в которых примерно 20 % элементов избыточны. Грубо говоря, это уровень сложности простого лабиринта, двух завитков логарифмическом спирали или асимметричного креста. Возможно, это простое совпадение (хотя я так не думаю), что примерно такая же степень сложности присутствует в большой части таких произведений искусства, как фризы, решетки, эмблемы, вензеля и флаги. Она же встречается в рельефах древнего Среднего Востока и Центральной Америки, а также в иероглифах и буквах современных азиатских языков. Такой уровень сложности отчасти характеризует то, что привлекает людей в первобытном искусстве, а также в современной абстрактное живописи и дизайне. Этот принцип может быть основан на том, что такой уровень сложности — это максимум, который мозг способен обработать за один прием (сравним это с общеизвестным фактом — бросив один взгляд, человек может точно сосчитать число предметов, если их не больше семи). Если картина более сложная, человек воспринимает ее при помощи такого физиологического механизма, как быстрое скачкообразное движение глаз, или же сознательно рассматривает фрагмент за фрагментом. Особенность живописных шедевров — то, что они направляют внимание зрителя от одной своей части к другой приятным, познавательным и волнующим воображение образом.

Рис. 26–1. Оптическая активация и визуальный дизайн. Из трех фигур, полученных при помощи компьютерной графики, центральная фигура — с промежуточным уровнем сложности — вызывает максимальную автоматическую активацию. (Основано на: Gerda Smets, Aesthetic judgment and Arousal: An Experimental Contribution to Psycho-Aesthetics [Leuven, Belgium: Leuven University Press, 1973].)



Рис. 26–2. Естественная активация мозга сложностью японских иероглифов усиливается настроением, которое передается методами каллиграфии. Два иероглифа сверху — пример жирного, прямого, простого шрифта, применяющегося в газетных заголовках и при резьбе по камню. Иероглифы в нижней части рисунка — пример мягкого элегантного шрифта, широко использовавшегося вплоть до начала XX века. (Источник: Yujiro Nakata, The Art of Japanese Calligraphy [New York: Weatherhill, 1973].)



Рис. 26–3. Внутренняя красота этого текста на панджаби, как и в случае текстов на многих других языках, усиливается благодаря тому, что его символы вызывают почти максимальную автоматическую активацию. (Источник: Adi Granth, the first computation of the Sikh scriptures; в книге Kenneth Katzner, The Languages of the World, new ed. [New York: Routledge, 1995].)

ਜੈ ਘਰਿ ਕੀਰਤਿ ਆਖੀਐ
ਕਰਤੇ ਕਾ ਹੋਇ ਬੀਚਾਰੋ ॥ ਤਿਤੁ
ਘਰਿ ਗਾਵਹੁ ਸੋਹਿਲਾ ਸਿਵਰਿਹੁ
ਸਿਰਜਨਹਾਰੋ॥੧॥ ਤੁਮ ਗਾਵਹੁ ਮੇਰੇ
ਨਿਰਭਉ ਕਾ ਸੋਹਿਲਾ ॥ ਹਉਵਾਰੀ
ਜਿਤੁ ਸੋਹਿਲੇ ਸਦਾ ਸੁਖੁ ਹੋਇ ॥੧॥
ਰਹਾਉ ॥ਨਿਤ ਨਿਤ ਜੀਅੜੇ ਸਮਾ-
ਲੀਅਨਿ ਦੇਖੈਗਾ ਦੇਵਣਹਾਰੁ ॥
ਤੇਰੇ ਦਾਨੇ ਕੀਮਤਿ ਨਾ ਪਵੈ ਤਿਸੁ
ਦਾਤੇਕਵਣੁਸੁਮਾਰੁ॥੨॥ਸੰਬਤਿਸਾਹਾ
ਲਿਖਿਆ ਮਿਲਿ ਕਰਿ ਪਾਵਹੁ ਤੇਲ
॥ ਦੇਹੁ ਸਜਣ ਅਸੀਸੜੀਆ ਜਿਉ
ਹੋਵੈ ਸਾਹਿਬ ਸਿਉ ਮੇਲੁ ॥੩॥ ਘਰਿ
ਘਰਿ ਏਹੋ ਪਾਹੁਚਾ ਸਦੜੇ ਨਿਤ
ਪਵੰਨਿ ॥ ਸਦਣਹਾਰਾ ਸਿਮਰੀਐ
ਨਾਨਕ ਸੇ ਦਿਹ ਆਵੰਨਿ ॥੪॥੧॥

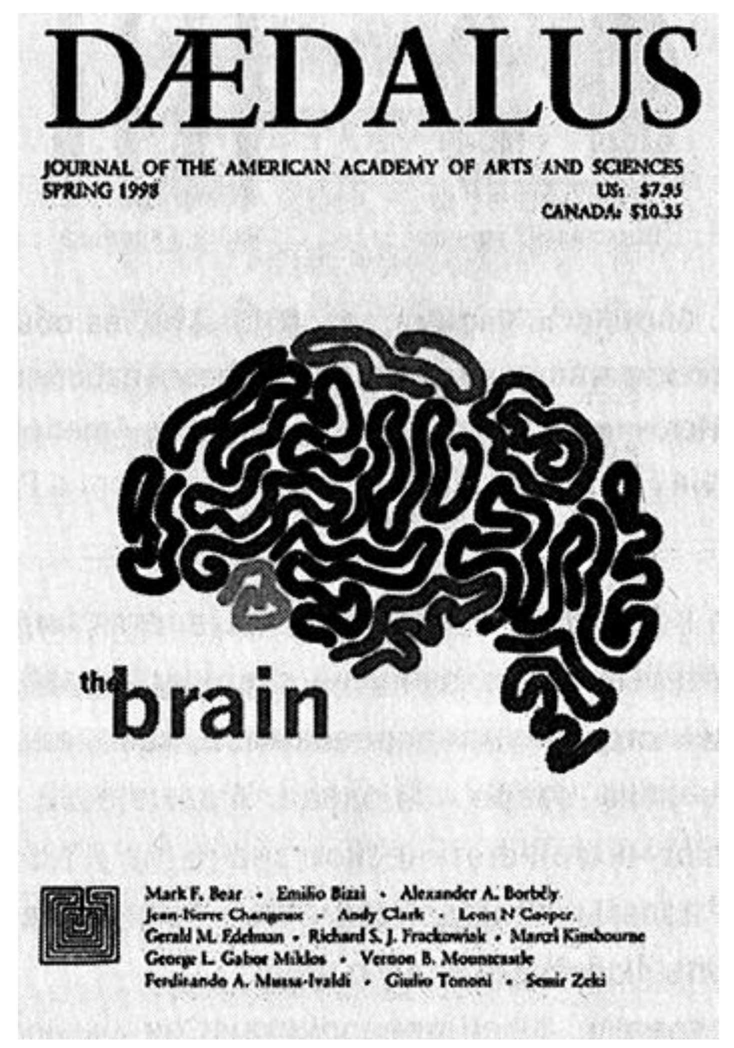
В другой сфере изобразительных искусств находится биофилия — врожденное чувство общности с другими организмами и особенно с живой природой. Исследования показали, что если у людей есть возможность выбирать расположение своего дома или офиса, то они независимо от национальности и культуры предпочитают места, где сочетаются три особенности, хорошо знакомые на интуитивном уровне ландшафтным дизайнерам и агентам по недвижимости: место должно находиться на возвышении, откуда открывается вид вниз; пейзаж должен быть открытым, похожим на саванну, с разбросанными по ней рощицами и отдельными деревьями, и, наконец, рядом должен быть водоем — река, озеро или океан. И даже если эти пейзажные элементы имеют чисто эстетическое значение и не несут никакой практической пользы, за недвижимость с таким видом покупатели готовы заплатить любую доступную цену.

Рис. 26–4. Сложность «примитивного» искусства обычно близка к уровню максимальной активации. Резные весла работы суринамских мастеров. (Источник: Sally and Richard Price, Afro-American Arts of the Suriname Rain Forest [Berkeley: University of California Press, 1980].)



Другими словами, люди предпочитают окружающую среду, напоминающую африканскую — в которой миллионы лет протекало становление нашего вида. Они инстинктивно тянутся к саванному редколесью, к возвышениям, откуда они, чувствуя себя в безопасности, могут созерцать надежные источники пищи и воды. В такой тяге к определенным местам, если рассматривать ее как биологическое явление, нет ничего странного. Инстинкт влечет все мобильные виды животных к местообитаниям, где шансы на выживание и размножение максимальны. Нас не должно удивлять, что сейчас, спустя относительно короткое время после начала неолита, человечество все еще ощущает остатки этой древней потребности.

Рис. 26–5. Графический дизайн часто близок к уровню максимальной автоматической активации, как мы видим на примере слов, картинки с изображением мозга и символа издательства (слева снизу), использованных для оформления обложки академического журнала. (Воспроизводится с разрешения American Academy of Arts and Sciences.)



Одна лишь необходимость понять природу сенсорного мира человека и его отличия от сенсорного мира других животных была бы веской причиной попытаться соединить усилия гуманитарных и естественных наук. Однако есть и более важная причина стремиться к согласованности этих разделов знания. Многие убедительные доказательства говорят о том, что общественное поведение человека обусловлено генетически и возникло в процессе многоуровневой эволюции. Если это так, а к такому выводу склоняются все больше эволюционных биологов и антропологов, мы можем ожидать постоянного конфликта между компонентами поведения, которым способствовал индивидуальный отбор, и теми, которым способствовал групповой отбор. Индивидуальный отбор, как правило, порождает соперничество и эгоистичное поведение членов группы — в том, что касается статуса, поиска партнера, обеспечения своей доли ресурсов. Напротив, групповой отбор, как правило, способствует бескорыстному поведению, которое выражается в щедрости и альтруизме, а они, в свою очередь, способствуют сплоченности группы и ее усилению как единого целого.

Неизбежным результатом взаимно компенсирующих сил многоуровневого отбора является постоянная двойственность сознания каждого индивида, ведущая к бесчисленным сценариям развития человеческих взаимоотношений — того, как они дружат, любят, объединяются, предают, делятся, жертвуют, крадут, обманывают, искупают свою вину, наказывают, просят о милости, выносят приговоры. Эта борьба, кипящая в сознании каждого человека и отраженная в огромной надстройке культурной эволюции, — первоисточник гуманитарных наук. В мире муравьев Шекспира не раздирали бы противоречия между верностью и предательством; под диктовку инстинкта, определяющего микроскопический репертуар его чувств, он смог бы написать лишь две пьесы — триумфальную и трагическую. Напротив, даже самый заурядный человек может придумать сколько угодно историй и сочинить бесконечную симфонию оттенков смысла и нюансов настроения.

Так что же такое гуманитарные науки? Серьезную попытку дать им определение мы находим в законодательном акте 1965 года, которым конгресс США учредил Национальный фонд поддержки гуманитарных наук и Национальный фонд поддержки искусств:

> «Термин „гуманитарные науки“ относится в том числе, но не исключительно, к исследованиям в следующих направлениях: языки, как современные, так и классические; лингвистика; литература; история; юриспруденция; философия; археология; сравнительное религиоведение; этика; история, критика и теория искусства; те аспекты общественных наук, которые имеют гуманитарное содержание и используют гуманитарные методы; изучение и использование гуманитарных наук применительно к человеческой среде обитания, с особым вниманием к отражению разнообразия нашего наследия, традиций и истории, а также к связям гуманитарных наук с современными условиями жизни».

Возможно, это определение корректно описывает гуманитарные науки, однако оно не содержит ни одной отсылки к когнитивным процессам, которые связывают все эти области воедино, к связи этих процессов с наследственной человеческой природой и к их истокам в человеческой предыстории. Вряд ли мы станем свидетелями истинной зрелости гуманитарных наук, пока они будут продолжать игнорировать эти аспекты.

После упадка эпохи Просвещения на рубеже XVIII–XIX вв. попытки достичь гармонии и согласия между гуманитарными и естественными науками практически прекратились. Один из способов устранить возникший затор — сопоставить творческие процессы в этих двух областях, сравнить литературный и научный стили письма. Это не так сложно, как кажется. Первопроходцы обеих областей — это, по сути дела, мечтатели и рассказчики. На ранних этапах любого творческого процесса в сознании есть лишь одно — фабула. Есть воображаемая развязка, а возможно, и завязка, а также разрозненные обрывки, которые могут пригодиться в середине. Как в романе, так и в научной статье внезапно потребовавшаяся замена одной части может сказаться на всех остальных, и тогда некоторые из них придется убрать, а некоторые новые — добавить. По мере того как складывается история, уцелевшие части сходятся, расходятся, меняются местами. Возникает один вариант, потом другой. Такие варианты, будь они литературными сюжетами или планами научного текста, имеют свойство соперничать друг с другом. Слова и предложения (или формулы, или эксперименты) проходят проверку, принимаются или отвергаются. Довольно рано в сознании возникает представление о том, чем все закончится. Тогда кажется, что найдена прекрасная развязка, сделан правильный вывод. Но так ли это? Найти верную концовку — вот задача творческого ума. Какой бы она ни была, к какой бы области ни относилась, какими бы средствами ни была выражена, концовка до последнего остается призраком, который может растаять и смениться другим. На периферии сознания маячат, не даваясь в руки, неуловимые мысли. Наконец появляются и постепенно встают на свои места окончательные куски текста, и все подходит к вдохновенному финалу. Фланнери О'Коннор[35] задала совершенно справедливый вопрос, одинаково актуальный для всех нас, литераторов и ученых: «Как я могу знать, *что* я имею в виду, пока не *увижу,* что я говорю?» Романист думает: «Убедительно ли это звучит?» Ученый думает: «Может ли это быть правдой?»

Настоящий ученый мыслит, как поэт, а трудится, как бухгалтер. Он пишет статьи, думая о предстоящей экспертной оценке, надеясь на одобрение рецензентов — признанных ученых с весомой репутацией. Далекие от академических кругов люди плохо понимают, как развивается наука: на самом деле ее развитие зависит как от справедливости результатов, так и от одобрения рецензентов. Репутация — залог успешной научной карьеры. Все ученые

---

[35] Фланнери О'Коннор (1925–1964) — американская писательница, романы и рассказы которой относят к стилю «южной готики».

могли бы подписаться под словами Джеймса Кэгни, который, когда ему вручали «Оскара» за выдающиеся заслуги в кинематографе, заметил:

> «В этом деле ты хорош лишь настолько, насколько тебя считают хорошим».

В конечном счете, однако, научная репутация устоит или обрушится в зависимости от количества и качества научных открытий. Другие ученые подвергнут многократной проверке сделанные выводы, и они должны ее выдержать. Полученные данные должны быть безупречными, иначе развалится основанная на них теория. Если в работах ученого найдутся случайные ошибки, репутация будет подмочена. Намеренный же обман карается «смертью» — полным крахом репутации и невозможностью продолжать научную карьеру. В литературе таким эквивалентом особо тяжкого преступления является плагиат. Но не обман! В беллетристике, как и в других изящных искусствах, от автора ожидают свободной игры воображения. Эстетически приятная или иным образом выразительная игра воображения будет оценена по достоинству.

Важнейшее различие между художественным и научным стилем — это использование метафоры. В научном тексте метафора допустима — при условии, что она проста; приветствуется также легкий оттенок иронии или даже самоуничижения. Например, в таких разделах научной статьи, как введение или обсуждение, можно написать так: «Мы полагаем, что, если эти результаты подтвердятся, перед нами распахнется дверь к новым плодотворным исследованиям». Однако никакой научный редактор не пропустит такое: «Мы надеемся, что этот результат, полученный нами ценой огромных усилий, станет водоразделом, с которого побегут многочисленные ручейки новых исследований».

Главное в науке — открытие. Главное в литературе — оригинальность и сила метафоры. Каждая научная статья присоединяет к нашим знаниям о материальном мире очередной проверенный кусочек. Напротив, лирическое выражение в литературе — средство передачи эмоционального состояния напрямую от сознания автора к сознанию читателя. У научной литературы нет такой цели. Автор научной статьи должен убедить читателя в справедливости и важности сделанного открытия при помощи фактов и рассуждений. В литературе язык должен быть тем лиричнее, чем сильнее желание передать чувство. Утверждение даже имеет право быть ложным, если и автор, и читатель хотят этого. Для поэта солнце встает на востоке и садится на западе, отражая дневные труды и ночной отдых человека, символизируя рождение, расцвет жизни, смерть и перерождение, хотя на самом деле солнце движется совсем не так. Таким представляли себе путь светила наши предки. Веками они увязывали бесчисленные загадки небесных сфер с загадками собственного существования, записывали их в священные письмена, воспевали в стихах. Пройдет немало времени, прежде чем настоящая Солнечная система, в которой Земля — лишь одна из планет, вращающихся вокруг небольшой звезды, займет освященное традицией место в системе поэтических образов.

От имени этой «иной», особенной правды, которую ищет литература, Э. Доктороу говорит так:

> «Кто бы обменял „Илиаду“ на „подлинный“ исторический документ? Конечно, писатель, будь то серьезный автор или сатирик, несет ответственность за то, чтобы его произведение раскрывало правду. Но мы требуем этого от всех творческих людей, не важно, каким именно искусством они занимаются. Помимо этого, читатель художественного произведения, столкнувшийся с тем, что изображенный в романе общественный деятель говорит и делает что-то, о чем не сообщалось в других источниках, знает, что имеет дело с художественным вымыслом. Он знает, что романист пытается при помощи лжи пробраться к большей правде, чем фактическая правда газетного репортажа. Роман — это эстетическое толкование, и портрет общественного деятеля в романе — такое же свободное истолкование, как и портрет кисти художника. Романы читают не так,

> как газеты; их читают так, как они были написаны, — проникнувшись духом свободы».

Пикассо выразил эту же мысль в общей форме:

> «Искусство — это ложь, которая помогает нам увидеть правду».

Появление искусства в эволюции стало возможным с развитием у людей способности к абстрактному мышлению. Эта способность означала, что сознание могло формировать образ формы или характера объекта или образ действия, а затем передавать представление о сформированной концепции другому сознанию. Так впервые появился настоящий, продуктивный язык, состоящий из случайных слов и символов. За языком последовали изобразительное искусство, музыка и танец, а также религиозные обряды и ритуалы.

Неизвестно, когда именно начался процесс, который привел к появлению искусства. Уже 1 700 000 лет назад предки современных людей (скорее всего, *Homo erectus)* изготавливали примитивные каменные орудия каплевидной формы. Вероятно, их держали в руке, измельчая ими овощи и мясо. Мы не знаем, держали ли при этом наши предки их абстрактные образы в своем сознании; возможно, они изготавливали их, просто подражая другим.

Пятьсот тысяч лет назад, в эпоху более сообразительного *Homo heidelbergensis,* занимающего промежуточное положение между *Homo erectus* и *Homo sapiens* как по времени существования, так и по анатомическим особенностям, ручные топоры значительно усложнились, кроме того, появились искусно сделанные каменные лезвия и наконечники. На протяжении следующих 100 000 лет вошли в использование деревянные копья, изготовление которых, скорее всего, занимало несколько дней и происходило в несколько этапов. Тогда, в среднем каменном веке, начала возникать технология, основанная на настоящей (то есть абстрактной) культуре.

Затем появились продырявленные раковины, которые, вероятно, носили как ожерелья, а также более сложные орудия, в том числе костяные наконечники. Самые загадочные артефакты этого периода — куски охры с выгравированным геометрическим узором. На одном из кусочков, возрастом 77 000 лет, процарапаны три параллельные линии, в которые «вписан» ряд из девяти Х-образных знаков. Если этот рисунок и имел какой-то смысл, узнать его не представляется возможным, однако его абстрактный характер несомненен.

По меньшей мере 95 000 лет назад люди стали хоронить мертвых. Об этом свидетельствуют раскопки в пещере Кавзех в Израиле, где были обнаружены останки тридцати человек. Один из них, девятилетний ребенок, лежал с согнутыми ногами и оленьим рогом в руках. Такое положение тела само по себе предполагает наличие не только абстрактного осознания смерти, но и какой-то формы экзистенциальной тревоги. В обществах современных охотников-собирателей смерть — это событие, требующее ритуала, а также песен, танцев и других проявлений искусства.

Истоки изобразительных искусств, какими мы понимаем их сегодня, могут навсегда остаться загадкой. Тем не менее «творческий взрыв», произошедший в Европе примерно 35 000 лет назад, говорит о том, что к этому времени искусство под воздействием генетической и культурной эволюции уже сложилось. С этого момента и до позднего палеолита, то есть на протяжении более 20 000 лет, искусство в виде пещерной живописи процветало. В более чем двухстах пещерах на юго-западе Франции и на северо-востоке Испании (то есть по обе стороны Пиренеев) были обнаружены тысячи рисунков, в основном изображающих крупных охотничьих животных. Наряду со скальной живописью в других частях света они предоставили в наше распоряжение потрясающий «снимок» человеческой жизни перед рассветом цивилизации.

«Лувр» палеолитической живописи — пещера Шове в департаменте Ардеш на юге Франции. Шедевр среди ее экспонатов — изображение четырех лошадей (местного дикого вида, обитавшего в Европе в то время), выполненное одним художником красной охрой,

древесным углем и резьбой. Изображены только головы лошадей, но каждая из них своеобразна. Лошади держатся близко друг к другу и нарисованы не строго в профиль, а так, будто мы смотрим на них немного сверху и слева. Лошадиные морды высечены в камне и слегка выдаются над поверхностью стены. Тщательный анализ рисунков в пещере показал, что сначала усилиями многих художников были нарисованы два носорога-самца, сошедшиеся в схватке головами, потом пара развернутых в другую сторону степных зубров. Между этими двумя рисунками осталось пустое пространство — и тогда один художник нарисовал в нем свой маленький табун.

Датировка показала, что изображениям носорогов и зубров 32 000-30 000 лет, и сначала предполагалось, что лошади нарисованы тогда же. Однако изящество исполнения и совершенство технических приемов навело некоторых специалистов на мысль, что лошади относятся к периоду мадленской культуры (17 000-12 000 лет назад). Если это так, то они совпадают по времени с живописными шедеврами из пещеры Ласко во Франции и Альтамира в Испании.

Впрочем, загадкой остается не только датировка лошадей из Шове, но и назначение пещерного искусства. У нас нет оснований предполагать, что пещеры играли роль первых церквей, в которых группы людей собирались для того, чтобы молиться богам. Пол пещер покрыт следами очагов, костями животных и другими свидетельствами того, что в них жили подолгу. Первые *Homo sapiens* появились в Центральной и Восточной Европе около 45 000 лет назад. В то время пещеры, судя по всему, служили убежищами, в которых люди спасались от холода во время суровых зим в мамонтовых степях, окаймлявших континентальный ледник по всей Евразии и Новому Свету.

Некоторые авторы предположили, что пещерные рисунки должны были создавать магическую картину желаемого и способствовать охотничьим успехам. Это предположение подкрепляется тем фактом, что среди изображений чаще всего встречаются крупные животные. Более того, в 15 % случаев эти животные пронзены копьями или стрелами.

Еще одним доказательством того, что европейское пещерное искусство имело ритуальную составляющую, послужил найденный рисунок, на котором, судя по всему, изображен шаман в головном уборе в виде оленьей головы (возможно, настоящей). До наших дней также дошли три статуэтки «человекольвов» с телом человека и головой льва — предшественники наполовину животных — наполовину богов, которые впоследствии появятся в ранней истории Среднего Востока. К сожалению, никакие предположения о том, чем занимался шаман и что символизировали человекольвы, не поддаются проверке.

Совсем другое предположение о роли пещерных изображений выдвигает Дейл Гатри, автор «Природы палеолитического искусства» — самой обстоятельной книги на эту тему. Он утверждает, что практически на всех рисунках мы видим картины повседневной жизни людей ориньякской и мадленской культур. Изображенные животные принадлежат к видам, на которых охотились пещерные люди (а некоторые, например львы, напротив, охотились на людей), поэтому неудивительно, что они служили как постоянной темой для разговоров, так и сюжетом рисунков. Кроме того, человеческие фигуры или по крайней мере части тела встречаются среди изображений чаще, чем это обычно упоминается в работах по пещерному искусству. Они довольно однообразны. Часто встречаются отпечатки ладоней: пещерные жители, приложив руку к стене, плевали поверх нее измельченной охрой, так что на стене оставался отпечаток ладони с расставленными пальцами. Судя по размеру отпечатков, этим занимались в основном дети. На стенах пещер нередко встречаются и граффити, чаще всего представленные бессмысленными загогулинами или схематическими изображениями мужских и женских гениталий. Встречаются статуэтки гротескно толстых женщин — возможно, подношения духам или богам женского плодородия, ведь маленькие группы всегда были заинтересованы в пополнении. С другой стороны, эти фигурки с тем же успехом можно истолковать как преувеличенное изображение столь желанной в суровые зимы женской полноты.

Утилитарная теория пещерного искусства, постулирующая, что оно изображает

повседневную жизнь, почти наверняка отчасти справедлива, но лишь отчасти. Мало кто из специалистов учитывает тот факт, что в какой-то момент в человеческих обществах возникло и распространилось еще одно явление из совсем другой сферы — музыка. Ее возникновение — независимое подтверждение того, что по крайней мере некоторые рисунки и статуэтки действительно играли магическую роль. Некоторые авторы утверждают, что музыка не имеет эволюционного значения — она, дескать, отделилась от языка в качестве приятной для слуха «акустической конфетки». Это верно, что мы имеем лишь до крайности скудное представление о том, что же представляла собой доисторическая музыка, — впрочем, даже о древнегреческой и древнеримской музыке мы можем судить только по набору инструментов, так как никаких нотных записей не сохранилось. Однако музыкальные инструменты существовали уже в ранний период «творческого взрыва». Самые древние «флейты» (или, точнее говоря, дудочки) из птичьих костей датируются периодом 30 000 лет назад или раньше. В пещере Истуриц во Франции и других местах было собрано около 225 таких предполагаемых дудочек, и впоследствии было доказано, что по крайней мере некоторые из них действительно служили для извлечения звука. На самых лучших экземплярах сохранились дырочки, расположенные в слегка загибающуюся по часовой стрелке линию, — видимо, для соответствия пальцам человеческой руки. Края самих дырочек немного скошены, чтобы их можно было плотно прикрывать подушечками пальцев. Археолог Грейм Лоусон сделал копию такой флейты и сыграл на ней, хотя, увы, без палеолитической партитуры.

Были найдены и другие артефакты, которые можно с большой долей вероятности считать музыкальными инструментами. Среди них — тонкие кремниевые пластинки, которые, если их подвесить и задеть, издают приятные звуки, похожие на «музыку ветра». К тому же (хотя это может быть простым совпадением) в тех участках пещер, где есть рисунки, часто бывает красивое эхо.

Так имела ли музыка эволюционное значение? Способствовала ли она выживанию палеолитических племен? Внимательно рассмотрев обычаи современных охотников-собирателей всего мира, можно дать лишь один ответ — да. Песни, часто сопровождающиеся танцами, встречаются практически во всех культурах. А поскольку австралийские аборигены были изолированы в течение 45 000 лет, с тех пор как их предки достигли Австралии, а их песни и танцы очень похожи с жанровой точки зрения на песни и танцы других охотников-собирателей, есть основания полагать, что они близки к тем, что исполнялись в эпоху палеолита.

Антропологи уделяют относительно мало внимания современной музыке охотников-собирателей, предоставляя ее исследование специалистам по музыке (также обстоят дела с лингвистикой и этноботаникой — использованием растений у разных народов). Тем не менее ясно, что песни и танцы являются важными элементами всех примитивных культур. Более того, они обычно исполняются сообща и охватывают очень широкий спектр разных аспектов жизни. Хорошо изученные песни инуитов, пигмеев Габона и аборигенов полуострова Арнем-Ленд ничуть не уступают по сложности песням нынешних раз-: витых цивилизаций. Современным охотникам-собирателям музыка служит в основном для укрепления душевных сил. В песнях затрагиваются такие темы, как история и мифология племени, а также содержатся практические знания о земле, растениях и животных.

Особое значение для понимания изображений животных на, стенах палеолитических пещер в Европе имеет тот факт, что песни и танцы современных охотников-собирателей почти исключительно посвящены охоте. Песни перечисляют разнообразную добычу, наделяют охотничье оружие, в том числе собак, особой силой, просят прощения у животных, которых охотники убили или собираются убить, воздают почет земле, на которой охотятся. Они воспевают прошлые успешные охоты. Они отдают дань памяти мертвым и просят благоволения у духов — вершителей их судеб.

Вполне очевидно, что песни и танцы современных охотников-собирателей служат им как на индивидуальном уровне, так и на групповом. Они сплачивают племя, дают общие

знания и ставят общие цели. Они разжигают страсть к действиям. Они служат для облегчения запоминания, эмоционально задевая людей и закладывая в их память новую информацию, что идет на пользу племени в целом. Что немаловажно, те, кто знает эти песни и танцы лучше всех, имеют больше всего влияния в племени.

Склонность к сочинительству и исполнению музыки инстинктивна. Это одна из неоспоримых общечеловеческих особенностей. Нейробиолог Анируддх Пател приводит в качестве яркого примера маленькое индейское племя пирахан, живущее в бассейне Амазонки в Бразилии:

> «Люди этой культуры говорят на языке, в котором нет ни чисел, ни самой идеи счета. В нем нет устоявшихся обозначений цветов. У этих людей нет мифов о сотворении мира, они не рисуют ничего, кроме простых фигур из палочек. А вот музыки в форме песен у них очень много».

Пател называет музыку «преобразующей технологией». Подобно письменности и языку, она изменила человеческое в*и* дение мира. Обучение игре на музыкальном инструменте даже меняет структуру мозга: от нервных цепей в подкорковых структурах, которые шифруют звуковые последовательности, до нервных волокон, соединяющих мозговые полушария, — и характер распределения районов с разной плотностью серого вещества в определенных областях коры головного мозга. Музыка оказывает мощное влияние на восприятие и интерпретацию событий. Она невероятно сложна с нейробиологической точки зрения — по-видимому, она вызывает эмоциональную реакцию за счет по меньшей мере шести разных механизмов.

В процессе умственного развития музыка тесно связана с языком и, судя по всему, в некотором смысле возникает из языка. Умение различать восходящие и нисходящие мелодии важно также и для различения интонации речи. Однако если язык дети усваивают быстро и по большей части самостоятельно, обучение музыке происходит гораздо медленнее и требует занятий с учителем и постоянных упражнений. Кроме того, известно, что есть определенный критический период, в течение которого язык усваивается особенно легко, а аналогичного периода в освоении музыки пока не обнаружено. Тем не менее и музыка, и язык построены по синтаксическому принципу, то есть состоят из отдельных элементов — слов, нот и аккордов. Среди людей с врожденными нарушениями восприятия музыки (примерно 2–4 % населения Земли) около 30 % также испытывают сложности с восприятием интонационного рисунка речи.

В целом есть основания полагать, что музыка лишь недавно появилась в эволюции человека. Очень возможно, что она оказалась полезным побочным эффектом речи. Однако такое предположение вовсе не означает, что музыка — всего лишь некое культурное украшение речи. У нее есть как минимум одна отличительная черта — ритм, который, помимо прочего, позволяет синхронизировать песню с танцем.

Было бы заманчиво предположить, что нейронная обработка языка послужила преадаптацией к возникновению музыки, а когда она наконец возникла, то оказалась эволюционно выгодна, что привело к возникновению генетической предрасположенности к ней. Тщательные исследования этой темы, включающие синтез данных антропологии, психологии, нейробиологии и эволюционной биологии, могут принести очень интересные результаты.

VI. Куда мы идем?

27. На пороге нового Просвещения

Объем научно-технической информации удваивается в зависимости от дисциплины

каждые 10–20 лет. При таком экспоненциальном росте невозможно загадывать дальше, чем на десятилетие вперед, не говоря уже про века и тысячелетия. Поэтому футурологи предпочитают, не связывая себя временными рамками, рассуждать о том, в каких направлениях, по их мнению, следует идти человечеству. Однако, учитывая прискорбное отсутствие понимания себя самих как биологического вида, возможно, лучшее, что мы можем сделать на данный момент, — это понять, куда идти не стоит. Так чего же нам следует избегать? В размышлениях на эту тему нам суждено, снова и снова замыкая круг, возвращаться к коренным вопросам бытия: откуда мы пришли? Кто мы? Куда мы идем?

Люди — действующие лица неоконченной пьесы. Современное человечество — точка роста устремленной в будущее эпопеи. Ответ на экзистенциальные вопросы должен лежать в истории, и именно там, конечно, ищут его гуманитарные науки. Однако традиционная история усечена как во времени, так и в восприятии человеческого организма. Она не имеет смысла без предыстории, а предыстория бессмысленна без биологии.

Человечество — биологический вид в биологическом мире. Наши телесные и умственные способности на всех уровнях тонко приспособлены к жизни именно на этой планете. Эта биосфера — наша родина. И хотя мы во многих отношениях возвысились над остальной фауной, мы остаемся одним из ее видов. На нашу жизнь наложены два естественных ограничения: все жизненные сущности и процессы, во-первых, подчиняются законам физики и химии и, во-вторых, возникли в результате эволюции путем естественного отбора.

Чем больше мы узнаем о нашем физическом существовании, тем яснее становится, что даже самые сложные формы человеческого поведения в конечном итоге имеют биологическую природу. В них просматриваются специализации, выработанные нашими предками-приматами на протяжении миллионов лет эволюции. И тот специфический урезанный образ реальности, который предоставляют в наше распоряжение наши сенсорные каналы, является нестираемым наследием эволюционного становления нашего вида. Существование этой эволюционной печати подтверждается тем, как различные программы, отлаженные или не отлаженные наследственностью, руководят развитием сознания.

Тем не менее нельзя обойти стороной вопрос свободы воли, которая, по утверждению некоторых философов, отличает нас от других животных. Иллюзию независимого действия дает коре головного мозга продукт подсознательного мозгового центра, отвечающего за принятие решений. По мере того как научные исследования описывают все больше физических процессов, слагающих разумную деятельность, тем меньше остается места явлению, которое люди интуитивно именуют «свободой воли». Мы свободны как независимые существа, но наши решения не свободны от тех органических процессов, которые создали каждый индивидуальный мозг и каждое индивидуальное сознание. Таким образом, свобода воли, по-видимому, имеет биологическую природу.

Тем не менее по любым мыслимым стандартам человечество — наивысшее достижение в истории жизни на Земле. Мы — сознание биосферы, Солнечной системы, а может быть — кто знает? — и всей Галактики. Исследуя окружающий мир, мы научились интерпретировать сенсорные модальности других организмов в терминах наших собственных узких систем восприятия, полагающихся в основном на зрение и слух. Мы много узнали о физико-химической основе нашей собственной биологии. Скоро мы сможем создавать в пробирке простые организмы. Мы разгадали историю Вселенной и проникли мыслью в самые отдаленные ее уголки.

Наши предки были одной из примерно двух десятков эволюционных линий животных, которые пришли к общественному образу жизни — следующему уровню биологической организации после организменного. Это означает, что их группы состояли из представителей двух или более поколений, которые жили вместе, сотрудничали и заботились о потомстве, а разделение труда способствовало большему успеху размножения одних особей по сравнению с другими. Предшественники людей были гораздо больше любых общественных насекомых и других беспозвоночных. Они с самого начала имели более крупный мозг. Язык,

письменность, научно-технический прогресс со временем дали нам преимущество перед другими формами жизни. Ныне мы уподобились богам — разве что большую часть времени ведем себя, как обезьяны, и имеем генетически ограниченную продолжительность жизни.

Какая же динамическая сила вознесла нас до этих вершин? Это вопрос огромной важности для понимания самих себя. Многоуровневый отбор — вот очевидный ответ. На более высоком из двух уровней биологической организации группы соперничают с другими группами, что благоприятствует появлению кооперативных общественных признаков среди их членов. На более низком уровне члены одной и той же группы соперничают друг с другом, что благоприятствует возникновению эгоистичного поведения. Противостояние двух уровней естественного отбора привело к соединению несоединимого в генотипе человека. Благодаря ему каждый из нас — отчасти грешник, отчасти святой.

Объяснение движущих сил естественного отбора человека, представленное мной в этой книге и основанное на новейших исследованиях, идет вразрез с теорией совокупной приспособленности, заменяя ее стандартными моделями популяционной генетики применительно к нескольким уровням естественного отбора. Совокупная приспособленность основана на родственном отборе, при котором особи сотрудничают или не сотрудничают друг с другом в зависимости от степени их генеалогического родства. Считалось, что этот тип отбора, если его определить достаточно широко, объясняет все формы общественного поведения, включая развитую общественную организацию. Противоположное объяснение, включающее критику теории совокупной приспособленности с генетической точки зрения, было разработано в 2004–2010 годы.

Учитывая техническую сложность и важность этой темы, можно ожидать, что порожденная новым подходом полемика будет продолжаться много лет, возможно, долгое время после того, как моя собственная способность воспринимать новые научные результаты подойдет к концу. Однако даже если теория совокупной приспособленности будет по-прежнему иметь широкое хождение, это не должно сильно сказаться на понимании группового отбора как движущей силы, которая привела нас к нынешней точке нашего эволюционного пути и подталкивает нас дальше. Теоретики совокупной приспособленности и сами утверждают, что родственный отбор можно объяснить в терминах группового, несмотря на то что это предположение было опровергнуто математически. Что еще более важно, именно групповой отбор, несомненно, отвечает за сложное общественное поведение. Он также содержит в себе два элемента, необходимых для эволюции. Во-первых, было показано, что признаки группового уровня, включая склонность к сотрудничеству, сопереживание и характер взаимодействий, наследуются — то есть демонстрируют определенную генетическую изменчивость. А во-вторых, несомненно, что сотрудничество и единство влияют на выживаемость соперничающих групп.

Более того, представление о групповом отборе как о главной движущей силе эволюции прекрасно объясняет многие из самых типичных — и самых загадочных — особенностей человеческой природы. Оно также находит отклик в столь далеких друг от друга областях науки, как социальная психология, археология и эволюционная биология, независимо свидетельствующих о том, что люди — по природе своей племенные существа. Важнейшая составляющая человеческой природы — то, что люди чувствуют настоятельную потребность влиться в группу, после чего начинают считать ее лучше других.

Многоуровневый отбор (совместное действие группового и индивидуального отбора) также объясняет противоречивость человеческих побуждений. Каждому нормальному человеку знакомы муки совести, сопровождающие выбор между храбростью и трусостью, искренностью и обманом, активной жизненной позицией и безразличием. Нам суждено, постоянно терзаясь, решать большие и малые дилеммы на каждом шагу нашего пути по тревожному, полному опасностей миру, в котором мы родились. Мы все время сомневаемся. Мы не уверены, как было бы правильно поступить. Мы прекрасно знаем, что ни один мудрец не застрахован от фатальной ошибки и что ни одна организация, какой благородной ни была бы ее миссия, не свободна от коррупции. Противоречия и разногласия раздирают нашу

жизнь.

Человеческие метания, порожденные многоуровневым естественным отбором, — вотчина гуманитарных и общественных наук. Для людей нет более завораживающего зрелища, чем другие люди, и в этом мы похожи на других приматов. Нам не только интересно, но и приятно наблюдать за родственниками, друзьями и врагами и анализировать их поступки. Посплетничать любят во всех обществах — от племен охотников-собирателей до королевских дворов. Взвешивать намерения тех, с кем рядом живешь, пытаться оценить, насколько им можно доверять, — очень по-человечески и очень полезно с точки зрения приспособленности. Адаптивное значение имеет и оценка последствий поведения других для благополучия группы в целом. Мы гениально угадываем намерения: пока сосед еще только мучается выбором, борясь со своими собственными ангелами и демонами, мы уже знаем, что он сделает. Впрочем, ошибки неизбежны, и гражданское право — средство смягчить ущерб от них.

Эту путаницу только усугубляет тот факт, что человечество живет по большей части в мифическом, населенном призраками мире. Этим мы обязаны нашей предыстории. Когда наши отдаленные предки в полной мере осознали свою личную смертность, а произошло это, вероятно, 100 000-75 000 лет назад, они стали искать объяснение того, кто они, а также смысл мира, который им суждено было вскоре покинуть. Наверное, они задавались вопросом: куда уходят мертвые? В мир духов, полагали многие. А можем мы снова увидеть их? В любое время, и средств было достаточно: сны, наркотики, магия, самоистязание и пытки.

Вначале люди ничего не знали о Земле за пределами своей территории и торговых путей. Они ничего не знали о космосе за пределами «внутренней поверхности» небесной сферы, по которой ходят солнце, луна и звезды. Объяснение загадкам своего существования давала им вера в сверхъестественных существ. Похожие на людей, только высшие, эти существа и сотворить могли больше — не каменные орудия и простые жилища, а целую вселенную. Когда стали появляться вождества и политические государства, люди вообразили, что помимо их земных вождей есть также и небесные правители.

Нашим предкам был необходим рассказ обо всем важном, что происходило с ними, потому что сознающий разум не может существовать без рассказов и объяснений собственного существования. Лучшим, а вернее, единственным способом объяснить собственное существование был миф о сотворении мира. Каждый такой миф утверждал, что придумавшее его племя гораздо лучше прочих. Поэтому каждый верующий в него мог считать себя избранным.

К сожалению, религии и боги, придуманные в неведении реального мира, вошли в плоть и кровь человечества. Сейчас, как и раньше, они повсеместно выражают племенную суть человека, дают возможность самоотождествления и ощущения особой связи со сверхъестественным миром. Религиозные догматы предписывают правила поведения, и верующим остается принять их как данность. Усомниться в священных писаниях означает поставить под вопрос основы существования тех, кто верует в них. Вот почему люди так не любят скептиков, в том числе тех, кто верит в столь же абсурдные, но другие мифы. В некоторых странах им грозит тюрьма или смерть.

С другой стороны, те же биологические и исторические обстоятельства, которые завели нас в болота невежества, сослужили человечеству хорошую службу. Религиозные обряды направляют человеческую жизнь от рождения до зрелости, от свадьбы до похорон. В религии выражено лучшее из того, что может предложить племя, — искренняя эмоциональная поддержка сплоченного сообщества. Вера, будь то вера в одного или многих богов, придает сакральное значение важнейшим событиям общественной жизни, таким как назначение вождей, отправление закона, объявление войны. Вера в бессмертие и божественную справедливость — источник бесценной поддержки, она укрепляет дух и дарует храбрость в трудные времена. На протяжении тысячелетий большая часть лучшего в искусстве была обязана религии своим появлением.

Так почему же стоит открыто подвергать сомнению мифы и богов? Потому что они отупляют и сеют рознь. Потому что каждый из них — лишь один из множества претендующих на правду взаимоисключающих вариантов. Потому что они потворствуют невежеству, отвлекают людей от реальных проблем и нередко подталкивают их к действиям, которые ведут к катастрофическим последствиям. В соответствии с их биологическим происхождением они страстно проповедуют альтруизм по отношению к единоверцам, а его распространение на иноверцев часто связано с желанием обратить их в свою веру. Приверженность к какой-либо вере по определению влечет за собой религиозную нетерпимость. Протестантский пастор не может посоветовать прихожанам подумать, не лучше ли им обратиться в католичество или ислам. Он просто обязан заявлять, что эти религии хуже протестантизма.

Тем не менее глупо было бы считать, что в обозримое время человечество сможет выкорчевать глубокие корни организованных религий и заменить их рациональным устремлением к высокой морали. Скорее всего, процесс будет идти постепенно, так, как это происходит сейчас в Европе, под действием нескольких тенденций одновременно. Самая сильная из них — все более подробная научная реконструкция религиозной веры как продукта биологической эволюции. На любой незашоренный взгляд она гораздо убедительнее, чем религиозные мифы и их теологические крайности. Еще одна тенденция, противостоящая межконфессиональным разногласиям, — развитие Интернета, который используют все больше организаций и людей по всему миру. Недавнее исследование показало, что усиление взаимосвязей между жителями разных стран способствует освобождению от предрассудков. Это происходит за счет ослабления значимости этнической принадлежности, района проживания и страны для самоидентификации человека. Этот процесс подстегивает еще одну тенденцию — усреднение человечества по расовым и этническим признакам через смешанные браки. Все это неизбежно приведет к ослаблению веры в мифы и религиозные догматы.

Было бы неплохо в качестве первого шага к освобождению человечества от давления племенных разногласий вежливо отклонить притязания тех влиятельных лиц, которые утверждают, что говорят от имени Бога, являются его особыми представителями или обладают тайным знанием божественной воли. К таким распространителям теологического нарциссизма относятся самозваные пророки, основатели культов, пламенные проповедники, аятоллы, имамы, раввины, талмудисты, далай-лама и папа римский. То же самое относится к диктаторским политическим идеологиям, не важно, правым или левым, особенно к тем, которые основаны на религиозных постулатах. Возможно, в религиях есть интуитивная мудрость, к которой стоит прислушаться. Возможно, их лидеры искренне желают добра. Но человечество претерпело уже достаточно от грубых искажений истории в изложении заблуждающихся пророков.

В связи с этим мне вспоминается история, много лет назад рассказанная мне одним медицинским энтомологом. Речь шла о клещевом возвратном тифе в Западной Африке и его переносчиках — клещах рода *Ornithodorus.* Когда эпидемия усиливается, сообщил он мне, местные жители всей деревней переселяются на новое место. Однажды, когда одна деревня готовилась к переселению, он увидел, как старейшина подобрал с земляного пола хижины нескольких клещей и аккуратно положил их в коробочку. Когда мой знакомый спросил его, зачем он это делает, старейшина объяснил, что хочет взять их на новое место, потому что «их духи защищают нас от лихорадки».

Новое Просвещение нужно нам еще и потому, что разум и понимание, уж какие есть, имеются на этой планете лишь у нас, а значит, только мы несем за нее ответственность. Завоеванная нами планета — не остановка на пути в лучший мир. Можем же мы сойтись хотя бы на одном общем моральном принципе: нужно перестать разрушать собственный дом, ведь другого у нас не будет. Огромное количество данных свидетельствует о глобальном потеплении климата, и основная причина — промышленное загрязнение. Столь же очевидно, даже при поверхностном анализе, стремительное исчезновение тропических

лесов, лугов и других местообитаний с самым высоким биоразнообразием. Если мы не остановим глобальные изменения, вызванные разрушением местообитаний, инвазивными видами, загрязнением, перенаселенностью и чрезмерным использованием природных ресурсов (именно в таком порядке), то к концу века может вымереть или оказаться на грани вымирания половина видов растений и животных. Мы бессмысленно превращаем в солому унаследованное от наших предков золото и за это навлечем на себя справедливое презрение потомков.

Уничтожению биоразнообразия живого мира до сих пор уделялось значительно меньше внимания, чем изменениям климата, истощению невозобновляемых источников энергии и другим изменениям физической среды обитания. Было бы целесообразно следовать другому принципу: спасая живую природу, мы автоматически спасаем и физический мир, потому что достижение первой цели предполагает достижение второй. Если же мы сосредоточимся на спасении только лишь физического мира, а такое чувство, что именно это мы и делаем, мы рано или поздно потеряем оба. Многие виды, еще недавно существовавшие на Земле, уже исчезли. Если так пойдет и дальше, мы не сможем любоваться полетом птиц, прислушиваться теплыми влажными ночами к кваканью лягушек, наблюдать за тем, как мелькают в ручьях и озерах серебристые бока рыб.

Чтобы понять истинную природу поиска объективной истины, будет полезно еще раз взглянуть на науку и религию. Наука — не просто еще одно направление человеческой деятельности, вроде медицины, теологии или инженерного дела. Это источник всех наших знаний о реальном мире, и каждый новый результат может быть проверен и добавлен в общую копилку. Это арсенал технических и статистических методов, позволяющих отличить истинное от ложного. Это принципы и формулы, связывающие имеющиеся знания воедино. Наука принадлежит всем. Ее составляющие могут быть оспорены любым квалифицированным и информированным человеком. Это не просто «еще один способ познания», как часто утверждают те, кто хочет поставить науку в один ряд с религией. Конфликт между научным знанием и религиозным учением неразрешим. Пропасть между ними будет углубляться, доставляя всем множество проблем, до тех пор пока религиозные лидеры будут по-прежнему высказывать непроверяемые утверждения о сверхъестественном происхождении действительности.

Еще один принцип, который, я считаю, следует из научных фактов, — это то, что никто и никогда не эмигрирует с этой планеты. В локальном масштабе, то есть в масштабе Солнечной системы, нет смысла продолжать исследования, отправляя космонавтов на Луну и тем более на Марс и в другие места, где теоретически могут существовать простые формы внеземной жизни, например на Европу — закованный в лед спутник Юпитера, или на спутник Сатурна Энцелад. Исследовать космос с помощью роботов дешевле и безопаснее. Технические возможности: ракетные двигатели, роботостроение, дистанционный анализ, способы передачи информации — скоро уже позволят отправлять в космос роботов, которые смогут сделать больше любого человека, в том числе принимать решения прямо на месте и передавать на Землю высококачественные фотографии и данные. Понятно, что у нас захватывает дух при мысли о том, что человек — один из нас! — подобно первопроходцам былых времен, ступит на другую планету. Но куда более захватывающим было бы узнать, что там есть на самом деле: в мельчайших подробностях увидеть то, что лежит у наших виртуальных ног, виртуальными руками подобрать кусочки почвы, а может быть, и живые организмы и изучить их. Мы сможем это сделать, и довольно скоро. Отправлять на другие планеты не роботов, а людей чрезвычайно дорого, опасно для жизни и малоэффективно — короче говоря, это был бы не более чем цирковой трюк.

Ту же космическую близорукость, только в большей степени, проявляют мечтатели о колонизации других звездных систем. Это заблуждение особенно опасно, если эмиграция в космос подается как способ решения проблемы того, что делать, когда мы окончательно исчерпаем земные ресурсы. Пришло время серьезно подумать, почему за все 3,5 млрд лет существования биосферы нашу планету ни разу не посетили пришельцы? (Туманные огни

НЛО и загадочные посетители ночных кошмаров не в счет.) И почему Программа поиска внеземного разума (SETI) после нескольких десятилетий прочесывания Галактики не зарегистрировала ни одного сигнала? Теоретическая возможность контакта существует, и поиски, несомненно, должны быть продолжены. Но представьте себе, что на одной из миллиардов звезд потенциально обитаемой части Галактики возникла развитая цивилизация, решившая увеличить свое жизненное пространство путем завоевания других звездных систем. Это могло случиться миллиард лет назад. Если это событие инициировало цикл экспансии — миллион лет, чтобы добраться до подходящей планеты, и еще столько же, чтобы после долгих исследований выслать звездную флотилию на другие, — внеземная раса завоевателей давно бы оккупировала весь пригодный для жизни сегмент Галактики, включая нашу собственную Солнечную систему.

Конечно, отсутствие инопланетян можно объяснить тем, что за все эти миллиарды лет в Галактике возникла лишь одна разумная форма жизни — мы сами — и что только мы способны к космическим путешествиям, а значит, вперед, нас ждет Млечный Путь. Однако такое объяснение крайне маловероятно.

Я считаю, что дело обстоит иначе. Может быть, инопланетяне просто повзрослели. Может быть, они поняли, что сложнейшие проблемы развивающихся цивилизаций невозможно решить путем противостояния религий, идеологий или вооруженных сил. Они осознали, что масштабные задачи требуют масштабных решений, а они возможны лишь при условии сотрудничества всех сторон. А если так, то поняли они и то, что колонизировать другие звездные системы нет никакой необходимости. Вполне достаточно осесть на месте и исследовать безграничные возможности самореализации на родной планете.

Итак, пришло время признаться, во что же верю я сам. В XXI веке мы можем, если захотим, превратить Землю в истинный рай для людей или по меньшей мере заложить прочную основу для этого. По ходу дела мы причиним еще немало вреда и самим себе, и другим формам жизни, но этика элементарной порядочности по отношению друг к другу, неустанное применение разума и осознание нашей истинной природы рано или поздно приведут к тому, что наши мечты сбудутся.

> Что же до тебя, Поль Гоген, почему ты написал на своей картине эти строки? Конечно, есть и готовый ответ: ты хотел, чтобы символизм огромного диапазона человеческой деятельности, изображенного на твоей таитянской панораме, был полностью понятен, на тот случай, если кто-то сам не догадается. Но я чувствую, что была и иная причина. Быть может, ты задал эти три вопроса, чтобы дать понять, что ответа нет — нив цивилизованном мире, который ты отверг и оставил позади, ни в избранном тобой примитивном мире, в котором ты искал покой? Или, может быть, ты имел в виду, что искусство не может зайти дальше, чем зашел ты, и что лично тебе оставался лишь один способ выразить тревожащие тебя вопросы — словами на холсте? Я хотел бы предложить еще одно объяснение завещанной тобой загадки, и оно не обязательно противоречит только что изложенным. Я думаю, что эти слова были торжествующим возгласом. Ты оживотворил свою мечту о дальних странствиях, о новых живописных стилях, о необычных способах постановки вопросов, и из всего этого родилась поистине самобытная работа. В этом смысле твой творческий путь пребудет в веках; оплаченный сполна, он был не напрасен. Теперь, примирив искусство с рациональным анализом и сблизив естественно-научное и гуманитарное знание, мы приблизились к ответам, которые ты искал.

Благодарности

Во время работы над этой книгой мне посчастливилось получать советы и вдохновение от прекрасного редактора Роберта Вайля, многолетнюю неослабевающую поддержку от

моего литературного агента Джона Тейлора Уильямса и высокопрофессиональную помощь в исследованиях и подготовке рукописи от Кэтлин Хортон.

Список использованной литературы

Пролог

Жизнь и творчество Поля Гогена. Самая авторитетная работа на эту тему: Belinda Thomson, ed., with Tamar Garb and multiple authors, *Gauguin: Maker of Myth* (Washington, DC: Tate Publishing, National Gallery of Art, 2010).

2. Два пути завоевания

Геологические данные о происхождении групп общественных насекомых. Термиты: Jessica L. Ware, David A. Grimaldi, and Michael S. Engel, «The effects of fossil placement and calibration on divergence times and rates: An example from the termites (Insecta: Isoptera)» *Arthropod Structure and Development* 39:204–219 (2010). **Муравьи:** сводка оценок, приведенных в работе: Edward O. Wilson and Bert Hölldobler, «The rise of the ants: Aphylogenetic and ecological explanation» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(21): 7411–7414 (2005). **Пчелы:** Michael Ohl and Michael S. Engel, «Die Fossilgeschichte der Bienen und ihrer nächsten Verwandten (Hymenoptera: Apoidea)» *Denisia* 20:687–700 (2007).

Ранние этапы эволюции приматов Старого Света , Jyad S. Zalmout et at., «New Oligocene primate from Saudi Arabia and the divergence of apes and Old World monkeys» *Nature* 466:360–364 (2010).

3. На подходе

Число особей *Homo sapiens* **за всю историю становления вида.** Мои рассуждения основаны на следующих подсчетах: геологическое время существования эволюционной линии *Homo sapiens* — 108 лет, средняя продолжительность жизни репродуктивной особи в линии, ведущей к *Homo sapiens,* — 10 лет, итого 107 поколений за геологическое время существования вида и 104 особей в каждом поколении.

Хождение с опорой на костяшки пальцев и прямохождение. Tracy L. Kivell and Daniel Schmitt, «Independent evolution of knuckle-walking in African apes shows that humans did not evolve from a knuckle-walking ancestor» *Proceedings of the National Academy of Sciences,* U.S.A. 106 (34): 14241-14246 (2009).

Бег на выносливость как способ охоты. Louis Liebenberg, «Persistence hunting by modern hunter-gatherers» *Current Anthropology* 47(6): 1017–1025 (2006).

Шон Фаунд о беге на выносливость. Bernd Heinrich, *Racing the Antelope: What Animals Can Teach Us about Running and Life* (New York: HarperCollins, 2001).

Способность бросать предметы как преадаптация. Paul M. Bingham, «Human uniqueness: A general theory» *Quarterly Review of Biology* 74(2): 133–169 (1999).

Уровень вымирания мелких и крупных млекопитающих. Lee Hsiang Liow et al., «Higher origination and extinction rates in larger mammals» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 105(16): 6097–6102 (2008).

Фрагментация популяций общественных животных. Guy L. Bush et al., «Rapid speciation and chromosomal evolution in mammals» *Proceedings of the Notional Academy of Sciences, U.S.A.* 74(9): 3942–3946 (1977); Don Jay Melnick, «The genetic consequences of primate social organization» *Genetica* 73:117–135 (1987).

4. У цели

О *Homo habilis.* Winfried Henke, «Human biological evolution» в книге: Franz M. Wuketits and Francisco Ayala, eds., *Handbook of Evolution,* vol. 2, *The Evolution of Living Systems (Including Humans*) (Weinheim: Wiley-VCH. 2005), pp. 117–222.

Изменения климата и ранние этапы эволюции гоминид. Elisabeth S. Vrba et al., eds., *Paleoclimate and Evolution, with Emphasis on Human Origins* (New Haven: Yale University Press, 1995).

Копательные орудия у шимпанзе. R. Adriana Hernandez-Aguilar, Jim Moore, and Travis Rayne Pickering, «Savanna chimpanzees use tools to harvest the underground storage organs of plants» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(49): 19210-19213 (2007).

Интеллекту крупных птиц. Daniel Sol et al., «Big brains, enhanced cognition, and response of birds to novel environments» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(15): 5460–5465 (2005).

Размер мозга и общественная организация у хищников. John A. Finarelli and John J. Flynn, «Brain-size evolution and sociality in Carnivora» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(23): 9345–9349 (2009).

Древние орудия труда. J. Shreeve, «Evolutionary road» *National Geographic* 218:34–67 (July 2010).

Эволюционный переход к **питанию мясом.** David R. Braun et al., «Early hominin diet included diverse terrestrial and aquatic animals 1.95 Ma in East Turkana, Kenya» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107(22): 10002-10007 (2010); Teresa E. Steele, «A unique hominin menu dated to 1.95 million years ago» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107(24): 10771-10772 (2010).

Хищничество у **бонобо.** Martin Surbeck and Gottfried Hohmann, «Primate hunting by bonobos at LuiKotale, Salonga National Park» *Current Biology* 18(19): R906-R907 (2008).

Неандертальцы — охотники на крупную дичь. Michael P. Richards and Erik Trinkaus, «Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(38): 16034-16039 (2009). Неандертальцы питались также и разнообразной растительной пищей, когда она была доступна: Amanda G. Henry, Alison S. Brooks, and Dolores R. Piperno, «Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium)» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 108(2): 486–491 (2011).

6. Творческие силы

Родственный отбор в эволюции человека. В 1970-х гг. я был среди тех ученых, которые отводили родственному отбору центральное место в возникновении эусоциальности и человеческой эволюции в целом, что отражено в моих книгах: *Sociobiology: The New Synthesis* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1975) и *On Human Nature* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978). Теперь я полагаю, что, считая роль родственного отбора столь значительной, я был неправ. См.: Edward O. Wilson, «One giant leap: How insects achieved altruism and colonial life» *BioScience* 5B(1): 17–25 (2008); Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010).

Новая теория общественной эволюции, в том числе отбор от матки к матке у **общественных насекомых.** Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010).

7. Человеку нужно племя

Ликование после спортивной победы. Roger Brown, *Social Psychology* (New York:

Free Press. 1965; 2nd ed. 1985), p. 553.

Образование консолидированных групп как инстинкт. Roger Brown, *Social Psychology* (New York: Free Press, 1965; 2nd ed. 1985), p. 553; Edward O. Wilson, *Consilience: The Unity of Knowledge* (New York: Knopf, 199B).

Предпочтение родного языка при образовании групп. Katherine D. Kinzler, Emmanuel Dupoux, and Elizabeth S. Spelke, «The native language of social cognition» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(30): 12577-12580 (2007).

Активация мозга и контроль над страхом. Jeffrey Kluger, «Race and the brain» *Time,* p. 59 (20 October 2008).

8. Война — наследственное проклятье человечества

Уильям Джемс о войне. William James, «The moral equivalent of war» *Popular Science Monthly* 77:400–410 (1910).

Война и геноцид в СССР и нацистской Германии. Timothy Snyder, «Holocaust: The ignored reality» *New York Review of Books* 56(12) (16 July 2009).

Мартин Лютер о божественном установлении войны. Martin Luther, *Whether Soldiers, Too, Can Be Saved* (1526), trans. J. M. Porter, *Luther: Selected Political Writings* (Lanham, MD: University Press of America, 1988), p. 103. Русский перевод: Мартин Лютер. «Могут ли воины обрести Царство Небесное».

Завоевание Мелоса афинянами. William James, «The moral equivalent of war» *Popular Science Monthly* 77: 400–410 (1910); Thucydides, *The Peloponnesian War,* trans. Walter Banco (New York: W. W. Norton, 1998). Русский перевод: Фукидид. «История». Издательство «Наука». Ленинград, 1981.

Свидетельства о доисторических войнах. Steven A. LeBlanc and Katherine E. Register, *Constant Battles: The Myth of the Peaceful, Noble Savage* (New York: St. Martin’s Press, 2003).

Буддизм и война. Bernard Faure, «Buddhism and violence» *International Review of Culture & Society* no. 9 (Spring 2002); Michael Zimmermann, ed., *Buddhism and Violence* (Bhairahana, Nepal: Lumbini International Research Institute, 2006).

Общечеловеческий и вневременной характер войны. Steven A. LeBlanc and Katherine E. Register, *Constant Battles: The Myth of the Peaceful, Noble Savage* (New York: St. Martin’s Press, 2003).

Первые модели группового отбора. Richard Levins, «The theory of fitness in a heterogeneous environment, IV: The adaptive significance of gene flow» *Evolution* 18(4): 635–638 (1965); Richard Levins, *Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1968); Scott A. Boorman and Paul R. Levitt, «Group selection on the boundary of a stable population» *Theoretical Population Biology* 4(1): 85–128 (1973); Scott A. Boorman and P. R. Levitt, «A frequency-dependent natural selection model for the evolution of social cooperation networks» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 70(1): 187–189 (1973). Критический обзор этих статей содержится в книге: Edward O. Wilson, *Sociobiology: The New Synthesis* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1975), pp. 110–117.

Насилие и смерть у людей и шимпанзе. Richard W. Wrangham, Michael **L.** Wilson, and Martin N. Muller, «Comparative rates of violence in chimpanzees and humans» *Primates* 47:14–26 (2006).

Сравнение агрессии у людей и шимпанзе. Richard W. Wrangham and Michael **L.** Wilson, «Collective violence: Comparison between youths and chimpanzees» *Annals of the New York Academy of Science* 1036: 233–256 (2004).

Войны шимпанзе. John C. Mitani, David P. Watts, and Sylvia J. Amsler, «Lethal intergroup aggression leads to territorial expansion in wild chimpanzees» *Current Biology* 20(12): R507-R508 (2010). Отличное описание и комментарий приведены в статье: Nicholas Wade. «Chimps that wage war and annex rival territory» *New York Times,* D4 (22 *June* 2010).

Популяционный контроль. Правило минимального ограничивающего фактора было предложено Карлом Шпренгелем в 1828 г. применительно к сельскому хозяйству. Позже Юстус фон Либих сформулировал его в общем виде, и теперь это правило иногда называют законом ограничивающего фактора или «бочкой Либиха». В оригинальной формулировке говорится, что рост сельскохозяйственной культуры ограничивается не общим количеством минеральных элементов в почве, а количеством самого скудного элемента.

Демографические «удары» и образование союзов. E. A. Hammel, «Demographics and kinship in anthropological populations» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(6): 2248–2253 (2005).

Региональные ограничения размера человеческой популяции. R. Hopfenberg, «Human carrying capacity is determined by food availability» *Population and Environment* 25:109–117 (2003). 77–84.

9. Прощание с Африкой

Ископаемые следы *Homo erectus.* Сообщение в сборнике: «World Roundup: Archaeological assemblages: Kenya» *Archaeology,* p. 11 (May/June 2009).

Появление современного *Homo sapiens.* G. Philip Rightmire, «Middle and later Pleistocene hominins in Africa and Southwest Asia», *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(38): 16046-16050 (2009).

Геномы жителей Африки. Stephan C. Schuster et al., «Complete Khoisan and Bantu genomes from southern Africa» *Nature* 463: 943–947 (2010).

10. Культурный взрыв

Серийный эффект основателя при расселении человека. Sohini Ramachandran et al., «Support from the relationship of genetic and geographic distance in human populations for a serial founder effect originating in Africa» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(44): 15942-15947 (2005).

Генетический разброс при расселении вверх по Нилу. Henry Harpending and Alan Rogers, «Genetic perspectives on human origins and differentiation» *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 1: 361–385 (2000).

Изменения климата и расселение из Африки. Andrew S. Cohen et al., «Ecological consequences of early Late Pleistocene megadroughts in tropical Africa» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(42): 16428-16427 (2007).

***Homo sapiens* приходят в Европу, а неандертальцы исчезают.** John F. Hoffecker, «The spread of modern humans in Europe» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(38): 16040-16045 (2009); J. J. Hublin, «The origin of Neandertals» *Proceedings of the Notional Academy of Sciences, U.S.A.* 106(38): 16022-16027 (2009).

Открытие нового вида гоминид, «Денисовского человека». David Reich et al., «Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia» *Nature* 468:1053–1060 (2010).

Расселение *Homo sapiens* по Старому Свету. Peter Foster and S. Matsumura, «Did early humans go north or south?» *Science* 308: 965–966 (2005); Cristopher N. Johnson, «The remaking of Australia's ecology» *Science* 309:255–256; Gifford H. Miller et al.. «Ecosystem collapse in Pleistocene Australia and a human role in megafaunal extinction» *Science* 309: 287–290 (2005).

Вторжение человека в Новый Свет. Ted Goebel, Michael R. Waters, and Dennis H. O'Rourke, «The Late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas» *Science* 319:1497–1502 (2008); Andrew Curry, «Ancient excrement» *Archaeology,* pp. 42–45 (July/August 2008).

Перерывы в появлении культурных новшеств. Francesco d'Errico et al., «Additional evidence on the use of personal ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(38): 16051-16056 (2009).

Скорость эволюции увеличивается по мере расселения человека. John Hawks et al., «Recent acceleration of human adaptive evolution» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(52): 20753-20758 (2007).

Адаптивная эволюция в недавней эволюционной истории человека. Jun Gojobori et al., «Adaptive evolution in humans revealed by the negative correlation between the polymorphism and fixation phases of evolution» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(10): 3907–3912 (2007).

Изменения частоты мутантных генов. Jun Gojobori et al., «Adaptive evolution in humans revealed by the negative correlation between the polymorphism and fixation phases of evolution» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(10): 3907–3912 (2007).

Гены и эволюция когнитивной деятельности. Ralph Haygood et al., «Contrasts between adaptive coding and noncoding changes during human evolution» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107(17): 7853–7857 (2010).

Наследуемость умственных признаков. B. Devlin, Michael Daniels, and Kathryn Roeder, «The heritability of IQ» *Nature* 388: 468–471 (1997). По разным оценкам, этот фактор варьирует от 0.4 до 0.7; скорее *всего, он* ближе к нижней границе.

Первый закон Туркхаймера. E. Turkheimer, «Three laws of behavior genetics and what they mean» *Current Directions in Psychological Science* 9(5): 160–164 (2000).

Генетические факторы и социальные сети. James Fowler, Christopher T. Dawes, and Nicholas A. Christakis, «Model of genetic variation in human social networks» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 106(6):* 1720–1724 (2009).

Интеллектуальные концепции, появившиеся в неолите или раньше. Dwight Read and Sander van der Leeuw, «Biology is only part of the story» *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363:1959–1968 (2008).

Происхождение домашних растений. Colin E. Hughes et al., «Serendipitous backyard hybridization and the origin of crops» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(36): 14389-14394 (2007).

Естественный отбор у современных людей. Steve Olson, «Seeking the signs of selection» *Science* 298:1324–1325 (2002); Michael Balter, «Are humans still evolving?» *Science* 309: 234–237 (2005); Cynthia M. Beall et al., «Natural selection on *EPAS1 (H1F20)* associated with low hemoglobin concentration in Tibetan highlanders» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107(25): 11459-11464 (2010); Oksana Hlodan, «Evolution in extreme environments» *BioScience* 60(6): 414–418 (2010).

11. Прыжок к цивилизации

«Прыжок к цивилизации»: от племен к государствам. Kent V. Flannery, «The cultural evolution of civilizations» *Annual Review of Ecology and Systematics* 3:399–426 (1972); H. T. Wright, «Recent research on the origin of the state» *Annual Review of Anthropology* 6: 379–397 (1977); Charles S. Spencer, «Territorial expression and primary state formation» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107:7119–7126 (2010).

Иерархический принцип Саймона. Herbert A. Simon, «The architecture of complexity» *Proceedings of the American Philosophical Society* 106:467–482 (1962).

Вариабельность личностных признаков в Буркина-Фасо. Richard W. Robins, «The nature of personality: genes, culture, and national character» *Science* 310: 62–63 (2005).

Внутрикультурная и межкультурная личностная изменчивость. A. Terraciano et al., «National character does not reflect mean personality trait levels in 49 cultures» *Science* 310: 96–100 (2005).

Время возникновения цивилизаций-государств. Charles S. Spencer, «Territorial expansion and primary state formation» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107(16): 7119–7126 (2010).

Датировка возникновения первичных государств. Charles S. Spencer, «Territorial

expansion and primary state formation» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107(16): 7119–7126 (2010).

Быстрое возникновение первичного государства на Гавайских островах. Patrick V. Kirch and Warren D. Sharp, «Coral 230 Th dating of the imposition of a ritual control hierarchy in precontact Hawaii» *Science* 307:102–104 (2005).

Узоры на скорлупе страусиных яиц. Pierre-Jean Texier et al., «A Howiesons Poort tradition of engraving ostrich eggshell containers dated to 60,000 years ago at Diepkloof Rock Shelter, South Africa» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A* 107(14): 6180–6185 (2010).

Древнейшее африканское искусство и оружие. Constance Holden, «Oldest beads suggest early symbolic behavior» *Science* 304: 369 (2004); Christopher Henshilwood et al., «Middle Stone Age shell beads from South Africa» *Science* 304: 404 (2004).

Древний храм в Гёбекли-Тепе. Andrew Curry, «Seeking the roots of ritual» *Science* 319: 278–280 (2008).

Происхождение письменности. Andrew Lawler, «Writing gets a rewrite» *Science* 292: 2418–2420 (2001); John Noble Wilford, «Stone said to contain earliest writing in Western Hemisphere» *New York Times,* A12 (15 September 2006).

Значение древних надписей. Barry B. Powell, *Writing: Theory and History of the Technology of Civilization* (Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2009).

Культурная эволюция времен неолита и истоки разницы в уровне жизни. Jared Diamond, *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies* (New York: W. W. Norton, 1997): русский перевод: Джаред Даймонд. «Ружья, микробы и сталь. Судьбы человеческих обществ.» АСТ. Москва, 2012 г.; Douglas A. Hibbs Jr. and Ola Olsson, «Geography, biogeography, and why some countries are rich and others are poor» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 101(10): 3715–3720 (2004).

12. Появление эусоциальности

Обилие общественных насекомых в амазонском лесу. H. J. Fittkau and **H.** Klinge, «On biomass and trophic structure of the central Amazonian rainforest ecosystem» *Biotropica* 5: 2–14 (1973).

13. Причины успеха общественных насекомых

Муравьи-кочевники и их подопечные. U. Maschwitz, M. D. Dill, and J. Williams, «Herdsmen ants and their mealybug partners» *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Frankfurt am Main* 557:1–373 (2002).

14. Научная загадка редкости общественного образа жизни

Эволюционные истоки эусоциальности. Edward O. Wilson and Bert Hölldobler, «Eusociality: Origin and consequences» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(38): 13367-13371 (2005); Charles D. Michener, *The Bees of the World* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007); Bryan N. Danforth, «Evolution of sociality in a primitively eusocial lineage of bees» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 99(1): 286–290 (2002): Bert Hölldobler and Edward O. Wilson, *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies* (New York: W. W. Norton, 2009).

Эусоциальность у раков-щелкунов.). Emmett Duffy, C. L. Morrison, and R. Ríos, «Multiple origins of eusociality among sponge-dwelling shrimps (*Synalpheus*)» *Evolution* 54(2): 503–516 (2000).

Уникальные эволюционные события. Geerat J. Vermeij, «Historical contingency and the purported uniqueness of evolutionary innovations» *Proceedings of the National Academy of*

Sciences, U.S.A. 103(6): 1804–1809 (2006).

Помощники по уходу за птенцами. B. **J.** Hatchwell and **J.** Komdeur, «Ecological constraints, life history traits *and* the evolution *of cooperative breeding» Animal Behaviour* 59(6): 1079–1086 (2000).

15. Альтруизм и эусоциальность насекомых находит объяснение

Происхождение обществ насекомых. William Morton Wheeler, *Colony Founding among Ants, with an Account of Some Primitive Australian Species* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1933); Charles D. Michener, «The evolution of social behavior in bees» *Proceedings of the Tenth International Congress in Entomology, Montreal* 2: 441–447 (1956); Howard E. Evans, «The evolution of social life in wasps» *Proceedings of the Tenth International Congress in Entomology, Montreal,* 2: 449–457 (1956).

Альтернатива теории родственного отбора. Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010). Более свежая сводка содержится в работе: Martin A. Nowak and Roger Highfield in *SuperCooperators: Altruism, Evolution, and Why We Need Each Other to Succeed* (New York: Free Press, 2011).

Шаги на пути к эусоциальности у насекомых. Edward O. Wilson, «One giant leap: How insects achieved altruism and colonial life» *BioScience* **58:** 17–25 (2008).

Природные ресурсы и ранние этапы эусоциальности у насекомых. Edward O. Wilson and Bert Hölldobler, «Eusociality: Origin and consequences» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(38): 13367-13371 (2005).

Одиночные Hymenoptera. James T. Costa, *The Other Insect Societies* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 2006).

Эусоциальные жуки. D. S. Kent and). A. Simpson, «Eusociality in the beetle *Austroplatypus incompertus* (Coleoptera: Curculionidae)» *Naturwissenschaften* 79: B6–87 (1992).

Эусоциальные трипсы и тли. Bernard **J.** Crespi, «Eusociality in Australian gall thrips» *Nature* 359:724–726 (1992); David L. Stern and W. A. Foster, «The evolution of soldiers in aphids» *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 71: 27–79 **(1996).**

Эусоциальные раки-щелкуны. J. Emmett Duffy, «Ecology and evolution of eusociality in sponge-dwelling shrimp» in J. Emmett Duffy and Martin Thiel, eds.. *Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems: Crustaceans as Model Organisms* (New York: Oxford University Press, 2007).

Общественные колонии пчел, полученные в экспериментальных условиях. Shoichi F. Sakagami and Yasuo Maeta, «Sociality, induced and/or natural, in the basically solitary small carpenter bees (*Ceratina*)» в книге Yosiaki Itô, Jerram L. Brown, and Jiro Kikkawa, eds., *Animal Societies: Theories and Facts* (Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 1987), pp. 1–16; William T. Wcislo, «Social Interactions and behavioral context in a largely solitary bee, *Lasioglossum (Dialictus) figueresi* (Hymenoptera, Halictidae)» *Insectes Sociaux* 44:199–208 (1997); Raphael Jeanson, Penny F. Kukuk, and Jennifer H. Fewell, «Emergence of division of labour in halictine bees: Contributions of social interactions and behavioural variance» *Animal Behaviour* 70:1183–1193 (2005).

Модель фиксированного порога при разделении труда у насекомых. Gene E. Robinson and Robert E. Page Jr., «Genetic basis for division of labor in an insect society» in Michael D. Breed and Robert E. Page Jr., eds., *The Genetics of Social Evolution* (Boulder, CO: Westview Press 1989), pp. 61–80; E. Bonabeau, G. Theraulaz, and Jean-Luc Deneubourg, «Quantitative study of the fixed threshold model for the regulation of division of labour in insect societies» *Proceedings of the Royal Society B* 263:1565–1569 (1996); Samuel N. Beshers and Jennifer H. Fewell, «Models of division of labor in social insects» *Annual Review of Entomology* 46:413–440 (2001).

16. Гигантский скачок для всех насекомых

Ценность защиты гнезда. J. Field and S. Brace, «Pre-social benefits of extended parental care» *Nature* 427: 650–652 (2004).

Возникновение и исчезновение эусоциальности в эволюции пчел. Bryan N. Danforth, «Evolution of sociality in a primitively eusocial lineage of bees» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 99 (1): 286–290 (2002).

Сезонные изменения способствуют общественному поведению. James H. Hunt and Gro V. Amdam, «Bivoltinism as an antecedent to eusociality in the paper wasp genus *Polistes* » *Science* 308: 264–267 (2005).

Происхождение бескрылых рабочих у муравьев. Ehab Abouheif and G. A. Wray, «Evolution of the gene network underlying wing polyphenism in ants» *Science* 297: 249–252 (2002).

Происхождение полигинии у огненных муравьев. Kenneth G. Ross and Laurent Keller, «Genetic control of social organization in an ant» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 95(24): 14232-14237 (1998).

Гены и эусоциальное поведение у огненных муравьев. M. J. B. Krieger and Kenneth G. Ross, «Identification of a major gene regulating complex social behavior» *Science* 295: 328–332 (2002).

Генетика и развитие общественных пчел. James H. Hunt and Gro V. Amdam, «Bivoltinism as an antecedent to eusociality in the paper wasp genus *Polistes» Science* 308: 264–267 (2005).

Сотрудничество у одиночных пчел. Shoichi F. Sakagami and Yasuo Maeta, «Sociality, induced and/or natural, in the basically solitary small carpenter bees (*Ceratina*)» in Yosiaki Itô, Jerram L. Brown, and Jiro Kikkawa, eds.. *Animal Societies: Theories and Facts* (Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 1987), pp. 1–16.

Сотрудничающие царицы у примитивных эусоциальных пчел. Miriam H. Richards, Eric J. von Wettberg, and Amy C. Rutgers, «A novel social polymorphism in a primitively eusocial bee» *Proceedings of the Notional Academy of Sciences,* U.S.A. 100(12): 7175–7180 (2003).

Изменение последовательности плана развития приводит к эусоциальности. Gro V. Amdam et al., «Complex social behaviour from maternal reproductive traits» *Nature* 439: 76–78 (2006); Gro V. Amdam et al., «Variation in endocrine signaling underlies variation in social life history» *American Naturalist* 170:37–46 (2007).

Точка невозврата в эволюции эусоциальности. Edward O. Wilson, *The Insect Societies* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1971); Edward O. Wilson and Bert Hölldobler, «Eusociality: Origin and consequence» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(38): 13367-13371 (2005).

17. Общественные инстинкты как продукт естественного отбора

Дарвин об инстинктах как генетических адаптациях. Четыре основополагающих работы Дарвина: упомянутая мной «Выражение эмоций у человека и животных» (1873), «Путешествие натуралиста вокруг света на корабле „Бигль“» (1838), «Происхождение видов» (1859) и «Происхождение человека» (1872).

18. Движущие силы общественной эволюции

Гамильтон о родственном отборе. William D. Hamilton, «The genetical evolution of social behaviour, I, II» *journal of Theoretical Biology* 7:1–52 (1964).

Холдейн и его формулировка родственного отбора. J. B. S. Haldane. «Population genetics» *New Biology* (Penguin Books) 18:34–51 (1955).

Крах гаплодиплоидной гипотезы. Edward O. Wilson, «One giant leap: How insects achieved altruism and colonial life» *BioScience* 58(1): 17–25 (2008).

Преимущества высокого генетического разнообразия в колониях муравьев. Blaine Cole and Diane C. Wiernacz, «The selective advantage of low relatedness» *Science* 285: 891–893 (1999); William O. H. Hughes and J. J. Boomsma, «Genetic diversity and disease resistance in leaf-cutting ant societies» *Evolution* 58:1251–1260 (2004).

Генетически разнообразные касты муравьев. F. E. Rheindt, C. P. Strehl, and Jurgen Gadau, «A genetic component in the determination of worker polymorphism in the Florida harvester ant *Pogonomyrmex badius» Insectes Sociaux* 52:163–168 (2005).

Климат-контроль в гнездах общественных насекомых. J. C. Jones, M. R. Myerscough, S. Graham, and Ben P. Oldroyd, «Honey bee nest thermoregulation: *Diversity* supports stability» *Science* 305:402–404 (2004).

Генетические факторы разделения труда в колониях муравьев. T. Schwander, H. Rosset, and M. Chapuisat, «Division of labour and worker size polymorphism in ant colonies: The impact of social and genetic factors» *Behavioral Ecology and Sociobiology* 59: 215–221 (2005).

Теория многоуровневого отбора обязана своим происхождением многим источникам, но основной толчок ее развитию дали приведенные ниже статьи с участием автора этой книги. Edward O. Wilson, «Kin selection as the key to altruism: Its rise and fall» *Social Research* 72(1): 159–166 (2005); Edward O. Wilson and Bert Hölldobler, «Eusociality: Origin and consequences» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(38): 13367-13371 (2005); David Sloan Wilson and Edward O. Wilson, «Rethinking the theoretical foundation of sociobiology» *Quarterly Review of Biology* 82(4): 327–348 (2007); Edward O. Wilson, «One giant leap: How insects achieved altruism and colonial life» *BioScience* 58(1): 17–25 (2008); David Sloan Wilson and Edward O. Wilson, «Evolution „for the good of the group“*», American Scientist* 96:380–389 (2008); и, наконец, обобщающая работа: Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466: 1057–1062 (2010). Последняя из приведенных статей и легла в основу этой главы.

Соотношение полов у общественных насекомых. Robert L. Trivers and Hope Hare, «Haplodiploidy and the evolution of the social insects» *Science* 191: 249–263 (1976); Andrew F. G. Bourke and Nigel R. Franks, *Social Evolution in Ants* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995).

Доминирование и полицейское патрулирование у общественных насекомых. Francis **L.** W. Ratnieks, Kevin R. Foster, and Tom Wenseleers, «Conflict resolution in insect societies» *Annual Review of Entomology* 51: 581–608 (2006).

Число спариваний у самок общественных насекомых. William O. H. Hughes et al., «Ancestral monogamy shows kin selection is key to the evolution of eusociality» *Science* 320:1213–1216 (2008).

Вклад в теорию совокупной приспособленности. Edward O. Wilson, «One giant leap: How insects achieved altruism and colonial life» *BioScience* 58:17–25 (2008); Bert Hölldobler and Edward O. Wilson, *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies* (New York: W. W. Norton, 2009).

Концепция родства в теории совокупной приспособленности. Освещение этой темы, как и многое другое в последней части этой главы, заимствовано, с изменениями, из работы: Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010).

Разные определения родства. Raghavendra Gadagkar, *The Social Biology of* Ropalidia marginata: *Toward Understanding the Evolution of Eusociality* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2001); Barbara L. Thorne, Nancy **L.** Breisch, and Mario L. Muscedere, «Evolution of eusociality and the soldier caste in termites: Influence of accelerated inheritance» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 100:12808-12813 (2003); Abderrahman Khila and Ehab Abouheif, «Evaluating the role of reproductive constraints in ant social evolution» *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 617–630 (2010).

Отказ от неравенства Гамильтона. Arne Traulsen, «Mathematics of kin- and group-

selection: Formally equivalent?» *Evolution* 64:316–323 (2010).

Критика теории совокупной приспособленности. Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010). See also Martin A. Nowak and Roger Highfield, *SuperCooperators: Altruism, Evolution, and Why We Need Each Other to Succeed* (New York: Free Press, 2011).

Слабый отбор в общественной эволюции. Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010).

Альтернативные теории общественной эволюции. Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010).

Групповой отбор у микроорганизмов. Движущая сила эволюции эусоциальных микроорганизмов. Обзор литературы и обсуждение альтернативных теорий приведены в работе: David Sloan Wilson and Edward O. Wilson, «Rethinking the theoretical foundations of sociobiology» *Quarterly Review of Biology* 82(4): 327–348 (2007).

Моногамия и родственный отбор. W. O. H. Hughes et al., «Ancestral monogamy shows kin selection is key to the evolution of eusociality» *Science* 320:1213–1216 (2008).

Множественное спаривание и большие колонии у общественных насекомых. Bert Hölldobler and Edward O. Wilson, *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies* (New York: W. W. Norton, 2009).

Родственный отбор как объяснение полицейского патрулирования у общественных насекомых. Francis L. W. Ratnieks, Kevin R. Foster, and Tom Wenseleers, «Conflict resolution in insect societies» *Annual Review of Entomology* 51:581–608 (2006).

Соотношение полов у общественных насекомых. Robert L. Trivers and Hope Hare, «Haplodiploidy and the evolution of the social insects» *Science* 191: 249–263 (1976).

Анализ соотношения полов. Andrew F. G. Bourke and Nigel R. Franks, *Social Evolution in Ants* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995).

Субсоциальные пауки. J. M. Schneider and T. Bilde, «Benefits of cooperation with genetic kin in a subsocial spider» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 105(31): 10843-10846 (2008).

Помощники по уходу за птенцами. Stuart A. West, A. S. Griffin, and A. Gardner, «Evolutionary explanations for cooperation» *Current Biology* 17: R661-R672 (2007).

Естественная история, помощники у птиц. B. J. Hatchwell and J. Komdeur, «Ecological constraints, life history traits and the evolution of cooperative breeding» *Animal Behaviour* 59(6): 1079–1086 (2000).

19. Зарождение новой теории эусоциальности

Образование элементарных общественных групп. J. W. Pepper and Barbara Smuts, «A mechanism for the evolution of altruism among nonkin: Positive assortment through environmental feedback» *American Naturalist* 160:205–213 (2002); J. A. Fletcher and M. Zwick, «Strong altruism can evolve in randomly formed groups» *Journal of Theoretical Biology* 228:303–313 (2004).

Примитивная общественная организация у термитов. Barbara L. Thorne, Nancy L. Breisch, and Mario L. Muscedere, «Evolution of eusociality and the soldier caste in termites: Influence of accelerated inheritance» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 100:12808-12813 (2003).

Рабочие муравьи как роботы. Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1057–1062 (2010).

Групповой отбор и сверхорганизм. Bert Hölldobler and Edward O. Wilson, *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies* (New York: W. W. Norton, 2009).

20. Что собой представляет человеческая природа?

Введение в теорию генно-культурной коэволюции. Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, «Translation of epigenetic rules of individual behavior into ethnographic patterns» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 77(7): 4382–4386 (1980): «Geneculture translation in the avoidance of sibling incest» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 77(10): 6248–6250 (1980): *Genes, Mind, and Culture: The Revolutionary Process* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1981); Edward O. Wilson, *Biophilia* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984).

Развитие теории генно-культурной коэволюции. Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, *Promethean Fire: Reflection on the Origin of the Mind* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983).

Гены и культура. Luigi Luca Cavalli-Sforza and Marcus W. Feldman, *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1981); Robert Boyd and Peter J. Richerson, *Culture and the Evolutionary Process* (Chicago: University of Chicago Press, 1985). В 1976 году Маркус Фельдман и Луиджи Кавалли-Сфорца опубликовали результаты проведенного ими анализа в работах: «Cultural and biological evolutionary processes, selection for a trait under complex transmission» *Theoretical Population Biology* 9: 238–259 (1976) и «The evolution of continuous variation, II: Complex transmission and assortative mating» *Theoretical Population Biology* 11: 161–181 (1977). Они описали два состояния признака, «опытный» и «неопытный»; вероятность состояния признака зависит от фенотипа родителя и генотипа потомка. Признаком считается общая одаренность. Ни тогда, ни позже никто не обратил внимания на многочисленные данные, свидетельствующие о закреплении эпигенетических правил в когнитивной деятельности человека. Историческая сводка исследований в области генно-культурной коэволюции, включая процитированные работы, приведена в: Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, *Genes, Mind, and Culture: The Coevolutionary Process* (Cambridge, MA: Harvard University Press. 1981), pp. 258–263.

Эволюция переносимости лактозы взрослыми людьми. Sarah A. Tishkoff et al., «Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe» *Nature Genetics* 39(1): 31–40 (2007).

Генно-культурная коэволюция и повышение разнообразия человеческого рациона. Olli Arjama and Tima Vuoriselo, «Gene-culture coevolution and human diet» *American Scientist* 98:140–146 (2010).

Эволюция рациона человека. Richard Wrangham, *Catching Fire: How Cooking Made Us Human* (New York: Basic Books, 2009).

Генно-культурная коэволюция и избегание инцеста. Приведенные в этой главе соображения об избегании инцеста заимствованы в основном из работы: Edward O. Wilson, *Consilience: The Unity of Knowledge* (New York: Knopf, 1998) с привлечением свежих литературных данных.

Подтверждение эффекта Вестермарка. Arthur P. Wolf, *Sexual Attraction and Childhood Association: A Chinese Brief for Edward Westermarck* (Stanford, CA; Stanford University Press, 1995); Joseph Shepher, «Mate selection among second generation kibbutz adolescents and adults: Incest avoidance and negative imprinting» *Archives of Sexual Behavior* 1(4): 293–307 (1971); William H. Durham, *Coevolution: Genes, Culture, and Human Diversity* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1991).

Заболевания, связанные с инбридингом. Jennifer Couzain and Joselyn Kaiser, «Closing the net on common disease genes» *Science* 316: 820–822 (2007); Ken N. Paige, «The functional genomics of inbreeding depression: A new approach to an old problem» *BioScience* 60: 267–277 (2010).

Экзогамия и эффект Вестермарка. Многочисленные культурные аспекты экзогамии, связанные с избеганием инцеста, обсуждаются в монографии: Bernard Chapais, *Primeval Kinship: How Pair-Bonding Gave Rise to Human Society* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2008).

Альтернативное объяснение эффекта Вестермарка. William H. Durham, *Coevolution: Genes, Culture, and Human Diversity* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1991).

Определение понятий «эпигенетический» и «эпигенетические прави ла». Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson, *Genes, Mind, and Culture: The Revolutionary Process* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1981); Tabitha M. Powledge, «Epigenetics and development» *BioScience* 59:736–741 (2009).

Цветное зрение. Приведенные в этой главе рассуждения о цветном зрении и колористической лексике в основном заимствованы из работы: Edward O. Wilson, *Consilience: The Unity of Knowledge* (New York: Knopf, 1998) с привлечением дополнительных, **в** том числе новейших, данных.

Классификация цветов в разных культурах. Brent Berlin and Paul Kay, *Basic Color Terms: Their Universality and Evolution* (Berkeley: University of California Press, 1969).

Эксперименты по классификации цветов представителями народа дани (Новая Гвинея). Eleanor Rosch, Carolyn Mervis, and Wayne Gray, *Basic Objects in Natural Categories* (Berkeley: University of California, Language Behavior Research Laboratory, Working Paper no. 43,1975).

Восприятие цветов и категории цвета. Trevor Lamb and Janine Bourriau, eds.. *Colour: Arts Science* (New York: Cambridge University Press, 1995): Philip E. Ross, «Draining the language out of color» *Scientific American* pp. 46–47 (April 2004); Terry Regier, Paul Kay, and Naveen Khetarpal, «Color naming reflects optimal partitions of color space» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(4): 1436–1441 (2007): A. Franklin et al., «Lateralization of categorical perception of color changes with color term acquisition» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 105(47): 18221-18225 (2008).

Новейшие исследования по цветовосприятию. Paul Kay and Terry Regier, «Language, thought and color: Recent developments» *Trends in Cognitive Sciences* 10: 53–54 (2006).

Язык и цветовосприятие. Wai Ting Siok et al., «Language regions of brain are operative in color perception» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(20): 8140–8145 (2009).

Эволюция цветовосприятия. André A. Fernandez and Molly R. Morris, «Sexual selection and trichromatic color vision in primates: Statistical support for the preexisting-bias hypothesis» *American Naturalist* 170(1): 10–20 (2007).

21. Как возникла культура

Определение культуры. Toshisada Nishida, «Local traditions and cultural transmission» в книге Barbara B. Smuts et al., eds., *Primate Societies* (Chicago: University of Chicago Press, 1987), pp. 462–474; Robert Boyd and Peter J. Richerson, «Why culture is common, but cultural evolution is rare» *Proceedings of the British Academy* 88: 77–93 (1996).

Культура у животных и людей. Kevin N. Laland and William Hoppitt, «Do animals have culture?» *Evolutionary Anthropology* 12(3): 150–159 (2003).

Как шимпанзе усваивают культурные признаки. Andrew Whiten, Victoria Horner, and Frans B. M. de Waal, «Conformity to cultural norms of tool use in chimpanzees» *Nature* 437:737–740 (2005). О том, как именно обучаются шимпанзе — имитируя движения другого шимпанзе или наблюдая за манипуляциями с предметами, — см. цитату из Майкла Томаселло в работе Грега Миллера, «Tool study supports chimp culture» *Science* 309:1311 (2005).

Дельфины и использование орудий. Michael Krützen et al., «Cultural transmission of tool use in bottlenose dolphins» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(25): 8939–8943 (2005).

Объем памяти у птиц и бабуинов. Joel Fagot and Robert G. Cook, «Evidence for large long-term memory capacities in baboons and pigeons and its implications for learning and the evolution of cognition» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 103(46):17564-

17567 (2006).

Природа оперативной памяти. Michael Baltar, «Did working memory spark creative culture?» *Science* 328:160–163 (2010).

Гены и развитие мозга. Gary Marcus, *The Birth of the Mind: How a Tiny Number of Genes Creates the Complexity of Human Thought* (New York: Basic Books, 2004); H. Clark Barrett, «Dispelling rumors of a gene shortage» *Science* 304:1601–1602 (2004).

Происхождение абстрактного мышления и синтаксического языка. Thomas Wynn, «Hafted spears and the archaeology of mind» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(24): 9544–9545 (2009); Lyn Wadley, Tamaryn Hodgskiss, and Michael Grant, «Implications for complex cognition from the hafting of tools with compound adhesives in the Middle Stone Age, South Africa» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(24): 9590–9594 (2009).

Темпы увеличения *мозг?* у неандертальцев. Marcia S. Ponce de Leyn et al., «Neanderthal brain size at birth provides insights into the evolution of human life history» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 105(37):13764-13768 (2008).

История неандертальцев. Thomas Wynn and Frederick L. Coolidge, «A stone-age meeting of minds» *American Scientist* 96:44–51 (2008).

Гипотеза интеллекта. Michael Tomasello et al., «Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition» *Behavioral and Brain Sciences* 28(5): 675–691; commentary 691–735 (2005); Michael Tomasello, *The Cultural Origins of Human Cognition* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999).

Сравнение уровня интеллекта у шимпанзе и человеческих детей. Esther Herrmann et al., «Humans have evolved specialized skills of social cognition: The cultural intelligence hypothesis» *Science* 317:1360–1366 (2007).

Качества развитого общественного интеллекта. Eörs Szathmáry and Szabolcs Számadó, «Language: a social history of words» *Nature* 456:40–41 (2008).

22. Происхождение языка

Аргумент в пользу того, что интенциональность предшествовала возникновению языка. Michael Tomasello et al., «Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition» *Behavioral and Brain Sciences* 28(5): 675–691; commentary 691–735 (2005). See also Michael Tomasello, *The Cultural Origins of Human Cognition* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999).

Уникальность человеческого языка. D. Kimbrough Oiler and Ulrike Griebel, **eds..** *Evolution of Communication Systems: A Comparative Approach* (Cambridge, **MA:** MIT Press, 2004).

Косвенная речь. Steven Pinker, Martin A. Nowak, and James J. Lee, «The logic of indirect speech» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 105(3): *833–838* (2008).

Смена ролей в процессе разговора и скорость речи в разных культурах. Tanya Stivers et al., «Universals and cultural variation in turn-taking in conversation» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(26):10587-10592 (2009).

Невербальные вокализации: межкультурные различия. Disa A. Sauter et al., «Cross-cultural recognition of basic emotions through nonverbal emotional vocalizations» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 107(6): 2408–2412 (2010).

Хомский о Скиннере. Noam Chomsky, «„Verbal Behavior“ by B. F. Skinner» (The Century Psychology Series), pp. viii, 478, New York: Appleton-Century-Crofts, Inc., 1957, *Language* 35: 26–58 (1959).

Ноам Хомский о грамматике. Цитируется по книге: Steven Pinker, *The Language Instinct: The New Science and Mind* (New York: Penguin Books USA, 1994), p. 104. Русский перевод: Стивен Пинкер. «Язык как инстинкт». М.: Едиториал УРСС, 2004.

Ограничения и вариативность грамматики. Daniel Nettle, «Language and genes: A

new perspective on the origins of human cultural diversity» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(26):10755-10756 (2007).

Теплый климат и акустическая эффективность. John G. Fought et al., «Sonority and climate in a world sample of languages: Findings and prospects» *Cross-Cultural Research 38:* 27–51 (2004).

Роль генов и высоты звука в дифференциации языков. Dan Dediu and D. Robert Ladd, «Linguistic tone is related to the population frequency of the adaptive haplogroups of two brain size genes, *ASPM* and *Microcephalin* » *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 104(26):10944-10949 (2007).

Недавно возникшие языки. Derek Bickerton, *Roots of Language* (Ann Arbor, Ml: Karoma, 1981); Michael DeGraff, ed., *Language Creation and Language Change: Creolization, Diachrony, and Development* (Cambridge, MA: MIT Press, 1999).

Язык жестов бедуинов Аль-Сайид. Wendy Sandler et al., «The emergence of grammar: Systemic structure in a new language» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 102(7): 2661–2665 (2005).

Естественный порядок при невербальной коммуникации. Susan Goldin-Meadow et al., «The natural order of events: How speakers of different languages represent events nonverbally» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 105(27): 9163–9168 (2008).

Отсутствие «языкового модуля». Nick Chater, Florencia Reali, and Morten H. Christiansen, «Restrictions on biological adaptation in language evolution» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(4): 1015–1020 (2009).

23. Эволюция культурной вариативности

Стратегия «подстраховки» и эволюция пластичности. Vincent A. A. Jansen and Michael P. H. Stumpf, «Making sense of evolution in an uncertain world» *Science* 309: 2005–2007 (2005).

Гены, кодирующие белки, регуляторные гены и развитие организма. Rudolf A. Raff and Thomas C. Kaufman, *Embryos, Genes, and Evolution: The Developmental-Genetic Basis of Evolutionary Change* (New York: Macmillan, 1983; reprint, Bloomington: Indiana University Press, 1991); David A. Garfield and Gregory A. Wray, «The evolution of gene regulatory interactions» *BioScience 60:* 15–23 (2010).

Адаптивная пластичность и продолжительность жизни у каст муравьев. Edward O. Wilson, *The Insect Societies* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971); Bert Hölldobler and Edward O. Wilson, *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies* (New York: W. W. Norton, 2009).

24. Истоки морали и чести

Биологическое обоснование «золотого правила» нравственности. Donald W. Pfaff, *The Neuroscience of Fair Play: Why We (Usually) Follow the Golden Rule* (New York: Dana Press, 2007).

Загадка коллективного поведения. Ernst Fehrand Simon Gächter, «Altruistic punishment in humans» *Nature* 415:137–140 (2002).

Групповой отбор и эволюционная загадка сотрудничества. Robert Boyd, «The puzzle of human sociality» *Science* 314:1555–1556 (2006); Martin Nowak, Corina Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466: 1059–1062 (2010).

Косвенная взаимность. Martin A. Nowak and Karl Sigmund, «Evolution of Indirect reciprocity» *Nature* 437:1291–1298 (2005); Gretchen Vogel, «The evolution of the Golden Rule» *Science* 303:1128–1131 (2004).

Разнообразие функций юмора. Matthew Gervais and David Sloan Wilson, «The

evolution and functions of laughter and humor: A synthetic approach» *Quarterly Review of Biology* 80: 395–430 (2005).

Истинный альтруизму человека. Robert Boyd, «The puzzle of human sociality» *Science* 314:1555–1556 (2006).

Групповой отбор и альтруизм. Samuel Bowles, «Group competition, reproductive leveling, and the evolution of human altruism» *Science* 314:1569–1572 (2006).

Экономическое расслоение и качество жизни. Michael Sargent, «Why inequality is fatal» *Nature* 458:1109–1110 (2009); Richard G. Wilkinson and Kate Pickett, *The Spirit Level: Why More Equal Societies Almost Always Do Better* (New York: Allen Lane, 2009).

Альтруистическое наказание. Robert Boyd et al., «The evolution of altruistic punishment» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 100(6): 3531–3535 (2003); Dominique J.-F. de Quervain et al., «The neural basis of altruistic punishment» *Science* 305:1254–1258 (2004); Christoph Hauert et al., «Via freedom to coercion: The emergence of costly punishment» *Science* 316:1905–1907 (2007); Benedikt Herrmann, Christian Thöni, and Simon Gächter, «Antisocial punishment across societies» *Science* 319:1362–1367 (2008); Louis Putterman, «Cooperation and punishment» *Science* 328: 578–579 (2010).

25. Истоки религии

Вера в Бога среди ученых. Gregory W. Graffin and William B. Provine, «Evolution, religion, and free will» *American Scientist 95(4)1* 294–297 (2007).

Религия в США и Европе. Phil Zuckerman, «Secularization: Europe — Yes, United States — No» *Skeptical Inquirer* 28(2): 49–52 (March/April 2004).

Деизм и целенаправленность сотворения мира. Thomas Dixon, «The shifting ground between the carbon and the Christian» *Times Literary Supplement,* pp. 3–4 (22 and 29 December 2006).

Универсальные этические принципы и нравственный закон. Paul R. Ehrlich, «Intervening in evolution: Ethics and actions» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 98(10): 5477–5480 (2001); Robert Pollack, «DNA, evolution, and the moral law» *Science* 313:1890–1891 (2006).

Когнитивная предрасположенность к религиозным верованиям. Pascal Boyer, «Religion: Bound to believe?» *Nature* 455:1038–1039 (2008).

Деятельность мозга и игра воображения. J. Allan Cheyne and Bruce Bower, «Night of the crusher» *Time,* pp. 27–29 (19 July 2005). Связь между функционированием мозга и верой в сверхъестественное, а также видениями основателей религий *и* пророков подробно освещена в работах разных авторов, опубликованных в сборнике: *Neurotheology: Brain, Science, Spirituality, Religious Experience,* ed. Rhawn Joseph (San Jose, CA: University of California Press, 2002).

Галлюцинации, вызванные айяуаской. Frank Echenhofer, «Ayahuasca shamanic visions: Integrating neuroscience, psychotherapy, and spiritual perspectives» in Barbara Maria Stafford, ed., *A Field Guide to a New Meta-Field: Bridging the Humanities-Neurosciences Divide* (Chicago: University of Chicago Press, 2011). Видения, которые цитирует Эхенхофер, были записаны антропологом Мильтиадом Чавесом и психиатром Клаудио Наранхо.

Галлюциногены и пророки. Richard C. Schultes, Albert Hoffmann, and Christian Rätsch, *Plants of the Gods: Their Sacred, Healing, and Hallucinogenic Powers,* rev. ed. (Rochester, VT: Healing Arts Press, 1998).

Эволюционные шаги к современной религии. Robert Wright, *The Evolution of God* (New York: Little, Brown, 2009).

26. Истоки искусства

Оптическая активация и визуальный дизайн. Gerda Smets, *Aesthetic Judgment and*

Arousal: An Experimental Contribution to Psycho-Aesthetics (Leuven, Belgium: Leuven University Press, 1973).

Биофилия и предпочтения при выборе мест для жилья. Gordon H. Orians, «Habitat selection: General theory and applications to human behavior» в книге: Joan S. Lockard, ed., *The Evolution of Human Social Behavior* (New York: Elsevier, 1980), pp. 49–66; Edward O. Wilson, *Biophilia* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984); Stephen R. Kellert and Edward O. Wilson, eds., *The Biophilia Hypothesis* (Washington, DC: Island Press, 1993); Stephen R. Kellert, Judith H. Heerwagen, and Martin L. Mador, eds., *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings ta Life* (Hoboken, NJ: Wiley, 2008); Timothy Beatley, *Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning* (Washington, DC: Island Press, 2011).

«Художественная» правда. E. L. Doctorow, «Notes on the history of fiction» *Atlantic Monthly Fiction Issue,* pp. 88–92 (August 2006).

Возникновение изобразительных искусств. Michael Balter, «On the origin of art and symbolism» *Science* 323: 709–711 (2009); Elizabeth Culotta, «On the origin of religion» *Science* 326:784–787 (2009).

Трактовка пещерной живописи эпохи палеолита. R. Dale Guthrie, *The Nature of Paleolithic Art* (Chicago: University of Chicago Press, 2005); William H. McNeill, «Secrets of the cave paintings» *New York Review of Books,* pp. 20–23 (19 October 2006); Michael Balter, «Going deeper into the Grotte Chauvet» *Science* 321:904–905 (2008).

Музыкальные инструменты эпохи палеолита. Lois Wingerson. «Rock music: Remixing the sounds of the Stone Age» *Archaeology,* pp. 46–50 (September/October 2008).

Песни и танцы охотников и собирателей. Cecil Maurice Bowra, *Primitive Song* (London: Weidenfeld & Nicolson, 1962): Richard B. Lee and Richard Heywood Daly, eds.. *The Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers* (New York: Cambridge University Press, 1999).

Связь между языком и музыкой. Aniruddh D. Patel, «Music as a transformative technology of the mind» в книге: Aniruddh D. Patel, *Music, Language, and the Brain* (Oxford: University of Oxford Press, 2008).

27. На пороге нового просвещения

Полемика по поводу теории совокупной приспособленности. Martin A. Nowak, Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson, «The evolution of eusociality» *Nature* 466:1059–1062 (2010): критические отзывы: *Nature,* March 2011, online.

Глобализация и расширение границ группы, с которой идентифицирует себя человек. Nancy R. Buchan et al., «Globalization and human cooperation» *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 106(11): 4138–4142 (2009).